سلسلۂ نصابیاتِ عالیہ جامعۂ عثمانیہ

طبیعیات

حصۂ اوّل

بربنائے فزکس گرگوری اینڈ ہڈلے

انٹرمیڈیٹ کے لئے

مرتبۂ

چودھری برکت علی صاحب بی۔ ایس سی (علیگ)

رکن سررشتہ تالیف و ترجمہ

جامعۂ عثمانیہ

۱۳۳۷ھ ۱۳۲۸ف ۱۹۱۹ع

مطبوعۂ دار الطبع سرکارِ عالی حیدرآباد دکن

یہ کتاب میکملن کمپنی کی اجازت سے
جن کو حقوق کاپی رائٹ حاصل ہیں،
طبع کی گئی ہے۔

مُقدّمہ

دنیا میں ہر قوم کی زندگی میں ایک ایسا زمانہ آتا ہے جب کہ اُس کے قوائے ذہنی میں انحطاط کے آثار نمودار ہونے لگتے ہیں، ایجاد و اختراع اور غور و فکر کا مادّہ تقریباً مفقود ہو جاتا ہے، تخیل کی پرواز اور نظر کی جولانی تنگ اور محدود ہو جاتی ہے، علم کا دار و مدار چند رسمی باتوں اور تقلید پر رہ جاتا ہے۔ اُس وقت قوم یا تو بیکار اور مردہ ہو جاتی ہے یا سنبھلنے کے لئے یہ لازم ہوتا ہے کہ وہ دوسری ترقی یافتہ اقوام کا اثر قبول کرے۔ تاریخ عالم کے ہر دَور میں اس کی شہادتیں موجود ہیں۔ خود ہمارے دیکھتے دیکھتے جاپان پر یہی گذری اور یہی حالت اب ہندوستان کی ہے۔

جس طرح کوئی شخص دوسرے بنی نوع انسان سے قطعِ تعلق کر کے تنہا اور الگ تھلگ نہیں رہ سکتا اور اگر رہے تو پنپ

نہیں سکتا اسی طرح یہ بھی ممکن نہیں کہ کوئی قوم دیگر اقوام عالم سے بے نیاز ہو کر پھولے پھلے اور ترقی پائے۔ جس طرح ہوا کے جھونکے اور ادنیٰ پرندوں اور کیڑے کوڑوں کے اثر سے وہ مقامات تک ہرے بھرے رہتے ہیں جہاں انسان کی دسترس نہیں اسی طرح انسانوں اور قوموں کے اثر بھی ایک دوسرے تک اڑ کر پہنچتے ہیں۔ جس طرح یونان کا اثر روم اور دیگر اقوام یورپ پر پڑا جس طرح عرب نے عجم کو اور عجم نے عرب کو اپنا فیض پہنچایا' جس طرح اسلام نے یورپ میں تاریکی اور جہالت کو مٹا کر علم کی روشنی پہنچائی اسی طرح آج ہم بھی بہت سی باتوں میں مغرب کے محتاج ہیں۔ یہ قانون عالم ہے جو یوں ہی جاری رہا اور جاری رہیگا۔

"دیئے سے دیا یوں ہی جلتا رہا ہے"

جب کسی قوم کی نوبت یہاں تک پہنچ جاتی ہے اور وہ آگے قدم بڑھانے کی سعی کرتی ہے تو ادبیات کے میدان میں پہلی منزل ترجمہ ہوتی ہے۔ اس لئے کہ جب قوم میں جدت اور اپج نہیں رہی تو ظاہر ہے کہ اس کی تصانیف معمولی' ادھوری' کم مایہ اور ادنیٰ ہونگی۔ اُس وقت قوم کی بڑی خدمت یہی ہے کہ ترجمہ کے ذریعہ سے دنیا کی اعلیٰ درجہ کی تصانیف اپنی زبان میں لائی جائیں۔ یہی ترجمے خیالات میں تغیر اور معلومات میں اضافہ کریں گے' جمود کو توڑیں گے اور قوم میں ایک نئی حرکت پیدا کریں گے اور پھر آخر یہی ترجمے تصنیف و تالیف

کے جدید اسلوب اور ڈھنگ سُجھائیں گے۔ ایسے وقت میں ترجمہ تصنیف سے زیاد قابل قدر، زیادہ مفید اور زیادہ فیض رساں ہوتا ہے۔

اسی اصول کی بنا پر جب عثمانیہ یونیورسٹی کی تجویز پیش ہوئی تو ہز اکزالٹڈ ہائینس رستم دوراں ارسطوئے زماں سپہ سالار آصف جاہ مظفر الممالک نظام الملک نظام الدولہ نواب میر عثمان علیخان بہادر فتح جنگ جی۔سی۔اس۔آئی۔جی۔سی۔بی۔ای۔والی حیدرآباد دکن خلد اللہ ملکہٗ و سلطنتہٗ نے جن کی علمی قدر دانی اور علمی سرپرستی اس زمانہ میں احیائے علوم کے حق میں آب حیات کا کام کر رہی ہے، بہ تقاضائے مصلحت و دور بینی سب سے اول سررشتۂ تالیف و ترجمہ کے قیام کی منظوری عطا فرمائی، جو نہ صرف یونیورسٹی کے لئے نصاب تعلیم کی کتابیں تیار کریگا بلکہ ملک میں نشر و اشاعتِ علوم و فنون کا کام بھی انجام دیگا۔ اگرچہ اس سے قبل بھی یہ کام ہندوستان کے مختلف مقامات میں تھوڑا تھوڑا انجام پایا مثلاً فورٹ ولیم کالج کلکتہ میں زیر نگرانی ڈاکٹر گلکرسٹ، دہلی سوسائٹی میں، انجمن پنجاب میں زیر نگرانی ڈاکٹر لائٹنر و کرنل ہالرائڈ، علی گڑھ سائنٹفک انسٹیوٹ میں جس کی بنا سر سیّد احمد خاں مرحوم نے ڈالی۔ مگر یہ کوششیں سب وقتی اور عارضی تھیں۔ نہ اُنکے پاس کافی سرمایہ اور سامان تھا نہ اُنہیں یہ موقع حاصل تھا

اور نہ انہیں اعلیٰحضرت و اقدس جیسے علم پرور فرمانروا کی سرپرستی کا شرف حاصل تھا۔ یہ پہلا وقت ہے کہ اردو زبان کو علوم و فنون سے مالا مال کرنے کے لئے باقاعدہ اور مستقل کوشش کی گئی ہے۔ اور یہ پہلا وقت ہے کہ اردو زبان کو یہ رتبہ ملا ہے کہ وہ اعلیٰ تعلیم کا ذریعہ قرار پائی ہے۔ احیائے علوم کے لئے جو کام آگسٹس نے روما میں، خلافت عباسیہ میں ہارون الرشید و مامون الرشید نے ہسپانیہ میں عبدالرحمٰن ثالث نے، بکرماجیت و اکبر نے ہندوستان میں، الفرڈ نے انگلستان میں، پیٹر اعظم و کیتھرائن نے روس میں اور مُت شی ہٹو نے جاپان میں کیا وہی فرمانروائے دولت آصفیہ نے اس ملک کے لئے کیا۔ اعلیٰحضرت واقدس کا یہ کارنامہ ہندوستان کی علمی تاریخ میں ہمیشہ فخر و مباہات کے ساتھ ذکر کیا جائیگا۔

منجملہ اُن اسباب کے جو قومی ترقی کا موجب ہوتے ہیں ایک بڑا سبب زبان کی تکمیل ہے۔ جس قدر جو قوم زیادہ ترقی یافتہ ہے اُسی قدر اُس کی زبان وسیع اور اس میں نازک خیالات اور علمی مطالب کے ادا کرنے کی زیادہ صلاحیت ہوتی ہے، اور جس قدر جس قوم کی زبان محدود ہوتی ہے اُسی قدر تہذیب و شایستگی بلکہ انسانیت میں اس کا درجہ کم ہوتا ہے۔ چنانچہ وحشی اقوام میں الفاظ کا ذخیرہ بہت ہی کم پایا گیا ہے۔ علمائے فلسفہ و علم اللسان نے یہ ثابت کیا ہے کہ زبان، خیال اور

خیال، زبان ہے اور ایک مدت کے بعد اس نتیجے پر پہنچے ہیں کہ انسانی دماغ کے صحیح تاریخی ارتقا کا علم، زبان کی تاریخ کے مطالعہ سے حاصل ہو سکتا ہے۔ الفاظ ہمیں سوچنے میں ویسی ہی مدد دیتے ہیں جیسی آنکھیں دیکھنے میں۔ اس لئے زبان کی ترقی درحقیقت عقل کی ترقی ہے۔

علم ادب اسی قدر وسیع ہے جس قدر حیاتِ انسانی۔ اور اس کا اثر زندگی کے ہر شعبہ پر پڑتا ہے۔ وہ نہ صرف انسان کی ذہنی، معاشرتی، سیاسی ترقی میں مدد دیتا، اور نظر میں وسعت دماغ میں روشنی، دلوں میں حرکت اور خیالات میں تغیر پیدا کرتا ہے بلکہ قوموں کے بنانے میں ایک قوی آلہ ہے۔ قومیت کے لئے ہم خیالی شرط ہے اور ہم خیالی کے لئے ہم زبانی لازم۔ گویا یک زبانی قومیت کا شیرازہ ہے جو اسے منتشر ہونے سے بچائے رکھتا ہے۔ ایک زمانہ تھا جب کہ مسلمان اقطاعِ عالم میں پھیلے ہوئے تھے لیکن اُن کے علم ادب اور زبان نے انہیں ہر جگہ ایک کر رکھا تھا۔ اس زمانے میں انگریز ایک دنیا پر چھائے ہوئے ہیں لیکن باوجود بُعد مسافت و اختلافِ حالات یک زبانی کی بدولت قومیت کے ایک سلسلے میں منسلک ہیں، زبان میں جادو کا سا اثر ہے اور صرف افراد ہی پر نہیں بلکہ اقوام پر بھی اُس کا وہی تسلط ہے۔

یہی وجہ ہے کہ تعلیم کا صحیح اور فطری ذریعہ اپنی ہی زبان ہو سکتی ہے۔ اس امر کو اعلیٰحضرت اقدس نے

پہچانا اور جامعۂ عثمانیہ کی بنیاد ڈالی ۔ جامعۂ عثمانیہ ہندوستان میں پہلی یونیورسٹی ہے جس میں ابتدا سے انتہا تک ذریعۂ تعلیم ایک دیسی زبان ہوگا ۔ اور یہ زبان اردو ہوگی ۔ ایک ایسے ملک میں جہاں "بھانت بھانت کی بولیاں" بولی جاتی ہیں، جہاں ہر صوبہ ایک نیا عالم ہے، صرف اردو ہی ایک عام اور مشترک زبان ہو سکتی ہے ۔ یہ اہل ہند کے میل جول سے پیدا ہوئی اور اب بھی یہی اس فرض کو انجام دیگی ۔ یہ اس کے خمیر اور وضع و ترکیب میں ہے ۔ اس لئے یہی تعلیم اور تبادلہ خیالات کا واسطہ بن سکتی اور قومی زبان کا دعوےٰ کر سکتی ہے ۔

جب تعلیم کا ذریعہ اردو قرار دیا گیا تو یہ کھلا اعتراض تھا کہ اردو میں اعلیٰ تعلیم کے لئے کتابوں کا ذخیرہ کہاں ہے اور ساتھ ہی یہ بھی کہا جاتا تھا کہ اردو میں یہ صلاحیت ہی نہیں کہ اس میں علوم و فنون کی اعلیٰ تعلیم ہو سکے ۔ یہ صحیح ہے کہ اردو میں اعلیٰ تعلیم کے لئے کافی ذخیرہ نہیں ۔ اور اردو ہی پر کیا منحصر ہے، ہندوستان کی کسی زبان میں بھی نہیں ۔ یہ طلب و رسد کا عام مسئلہ ہے ۔ جب مانگ ہی نہ تھی تو رسد کہاں سے آتی ۔ جب ضرورت ہی نہ تھی تو کتابیں کیونکر مہیا ہوتیں ۔ ہماری اعلیٰ تعلیم غیر زبان میں ہوتی تھی، تو علوم و فنون کا ذخیرہ ہماری زبان میں کہاں سے آتا ۔ ضرورت ایجاد کی ماں ہے ۔ اب ضرورت محسوس ہوئی ہے تو کتابیں بھی

مہیا ہو جائیں گی۔ اسی کمی کو پورا کرنے اور اسی ضرورت کو رفع کرنے کے لئے **سررشتۂ تالیف و ترجمہ** قائم کیا گیا۔ یہ صحیح نہیں ہے کہ اردو زبان میں اس کی صلاحیت نہیں۔ اس کے لئے کسی دلیل و برہان کی ضرورت نہیں۔ سررشتۂ تالیف و ترجمہ کا وجود اس کا شافی جواب ہے۔ یہ سررشتہ یہی کام کر رہا ہے۔ کتابیں تالیف و ترجمہ ہو رہی ہیں اور چند روز میں **عثمانیہ یونیورسٹی کالج** کے طالب علموں کے ہاتھوں میں ہونگی اور رفتہ رفتہ عام شائقینِ علم تک پہنچ جائیں گی۔

لیکن اس میں سب سے کٹھن اور سنگلاخ مرحلہ وضع اصطلاحات کا تھا۔ اس میں بہت کچھ اختلاف اور بحث کی گنجائش ہے۔ اس بارے میں ایک مدت کے تجربہ اور کامل غور و فکر اور مشورہ کے بعد میری یہ رائے قرار پائی ہے کہ تنہا نہ تو ماہرِ علم صحیح طور سے اصطلاحات وضع کر سکتا ہے اور نہ ماہرِ لسان۔ ایک کو دوسرے کی ضرورت ہے۔ اور ایک کی کمی دوسرا پورا کرتا ہے۔ اس لئے اس اہم کام کو صحیح طور سے انجام دینے کے لئے یہ ضروری ہے کہ دونوں یک جا جمع کئے جائیں تاکہ وہ ایک دوسرے کے مشورہ اور مدد سے ایسی اصطلاحیں بنائیں جو نہ اہل علم کو ناگوار ہوں نہ اہل زبان کو۔ چنانچہ اسی اصول پر ہم نے وضع اصطلاحات کے لئے ایک ایسی مجلس بنائی جس میں دونوں جماعتوں کے اصحاب شریک ہیں۔ علاوہ اِن کے

ہم نے اُن اہلِ علم سے بھی مشورہ کیا جو اس کی خاص اہلیت رکھتے ہیں اور بُعدِ مسافت کی وجہ سے ہماری مجلس میں شریک نہیں ہو سکتے ۔ اس میں شک نہیں کہ بعض الفاظ غیر مانوس معلوم ہوں گے اور اہلِ زبان انہیں دیکھ کر ناک بھوں چڑھائیں گے ۔ لیکن اس سے گزیر نہیں ۔ ہمیں بعض ایسے علوم سے واسطہ ہے جن کی ہوا تک ہماری زبان کو نہیں لگی۔ ایسی صورت میں سوائے اس کے چارہ نہیں کہ جب ہماری زبان کے موجودہ الفاظ خاص خاص مفہوم کے ادا کرنے سے قاصر ہوں تو ہم جدید الفاظ وضع کریں ۔ لیکن اس کے یہ معنی نہیں ہیں کہ ہم نے محض ٹالنے کے لئے زبردستی الفاظ گھڑ کر رکھ دئے ہیں بلکہ جس نہج پر اب تک الفاظ بنتے چلے آئے ہیں اور جن اصولِ ترکیب و اشتقاق پر اب تک ہماری زبان کاربند رہی ہے ، اس کی پوری پابندی ہم نے کی ہے ۔ ہم نے اُس وقت تک کسی لفظ کے بنانے کی جرأت نہیں کی جب تک اُسی قسم کی متعدد مثالیں ہمارے پیشِ نظر نہ رہی ہوں ۔ ہماری رائے میں جدید الفاظ کے وضع کرنے کی اس سے بہتر اور صحیح کوئی صورت نہیں۔ اب اگر کوئی لفظ غیر مانوس یا اجنبی معلوم ہو تو اس میں ہمارا قصور نہیں ۔ جو زبان زیادہ تر شعر و شاعری اور قصص تک محدود ہو، وہاں ایسا ہونا کچھ تعجب کی بات نہیں ۔ جس ملک سے ایجاد و اختراع کا مادّہ سلب ہو گیا ہو جہاں لوگ نئی چیزوں کے بنانے اور دیکھنے کے عادی نہ ہوں، وہاں جدید الفاظ کا

غیر مانوس اور اجنبی معلوم ہونا موجب حیرت نہیں ۔ الفاظ کی حالت بھی انسانوں کی سی ہے ۔ اجنبی شخص بھی رفتہ رفتہ مانوس ہو جاتے ہیں ۔ اول اول الفاظ کا بھی یہی حال ہے ۔ استعمال آہستہ آہستہ غیر مانوس کو مانوس کر دیتا ہے اور صحت و غیر صحت کا فیصلہ زمانہ کے ہاتھ میں ہوتا ہے ۔ ہمارا فرض یہ ہے کہ لفظ تجویز کرتے وقت ہر پہلو پر کامل غور کرلیں، آئندہ چل کر اگر وہ استعمال اور زمانہ کی کسوٹی پر پورا اترا تو خود ٹکسالی ہو جائیگا اور اپنی جگہ آپ پیدا کرلیگا ۔ علاوہ اس کے جو الفاظ پیش کئے گئے ہیں وہ الہامی نہیں کہ جن میں ردّ و بدل نہ ہوسکے، بلکہ **فرہنگِ اصطلاحاتِ عثمانیہ** جو زیر ترتیب ہے پہلے اس کا مسودہ اہل علم کی خدمت میں پیش کیا جائے گا اور جہاں تک ممکن ہوگا اس کی اصلاح میں کوئی دقیقہ فروگذاشت نہیں کیا جائے گا ۔

لیکن ہماری مشکلات صرف **اصطلاحات علمیہ** تک ہی محدود نہیں ہیں ۔ ہمیں ایک ایسی زبان سے ترجمہ کرنا پڑتا ہے جو ہمارے لئے بالکل اجنبی ہے، اس میں اور ہماری زبان میں کسی قسم کا کوئی رشتہ یا تعلق نہیں ۔ اس کا طرز بیان، ادائے مطلب کے اسلوب، محاورات وغیرہ بالکل جدا ہیں ۔ جو الفاظ اور جملے انگریزی زبان میں بالکل معمولی اور روز مرہ کے استعمال میں آتے ہیں، اُن کا ترجمہ جب ہم اپنی زبان میں کرنے بیٹھتے ہیں تو سخت دشواری پیش آتی ہے ۔ ان تمام دشواریوں پر

غالب آنے کے لئے مترجم کو کیسا کچھ خونِ جگر کھانا نہیں پڑتا۔ ترجمہ کا کام، جیسا کہ عموماً خیال کیا جاتا ہے، کچھ آسان کام نہیں ہے۔ بہت خاک چھاننی پڑتی ہے تب کہیں گوہر مقصود ہاتھ آتا ہے۔

اس سررشتہ کا کام صرف یہی نہ ہوگا (اگرچہ یہ اس کا فرضِ اولین ہے)، کہ وہ نصاب تعلیم کی کتابیں تیار کرے، بلکہ اس کے علاوہ وہ ہر علم پر متعدد اور کثرت سے کتابیں تالیف و ترجمہ کرائے گا، تاکہ لوگوں میں علم کا شوق بڑھے، ملک میں روشنی پھیلے، خیالات و قلوب پر اثر پیدا ہو، جہالت کا استیصال ہو۔ جہالت کے معنی اب لاعلمی ہی کے نہیں بلکہ اس میں افلاس، کم ہمتی، تنگ دلی، کوتہ نظری، بے غیرتی، بد اخلاقی سب کچھ آجاتا ہے۔ جہالت کا مقابلہ کرکے اسے پس پا کرنا سب سے بڑا کام ہے۔ انسانی دماغ کی ترقی علم کی ترقی ہے۔ انسانی ترقی کی تاریخ علم کی اشاعت و ترقی کی تاریخ ہے۔ ابتدائے آفرینش سے اس وقت تک انسان نے جو کچھ کیا ہے، اگر اس پر ایک وسیع نظر ڈالی جائے تو نتیجہ یہ نکلے گا کہ جوں جوں علم میں اضافہ ہوتا گیا، پچھلی غلطیوں کی صحت ہوتی گئی، تاریکی گھٹتی گئی، روشنی بڑھتی گئی، انسان میدانِ ترقی میں قدم آگے بڑھاتا گیا۔ اسی مقدس فرض کے ادا کرنے کے لئے یہ سررشتہ قائم کیا گیا ہے اور وہ اپنی بساط کے موافق اس کے انجام دینے میں کوتاہی نہ کرے گا۔

لیکن غلطی، تحقیق و جستجو کی گھات میں لگی رہتی ہے۔ ادب کا

کمال ذوق سلیم ہر ایک کو نصیب نہیں ہوتا ۔ بڑے بڑے نقاد اور مبصر فاش غلطیاں کر جاتے ہیں ۔ لیکن اس سے ان کے کام پر حرف نہیں آتا ۔ غلطی ترقی کے مانع نہیں ہے، بلکہ وہ صحت کی طرف رہنمائی کرتی ہے ۔ پچھلوں کی بھول چوک آنے والے مسافر کو رستہ بھٹکنے سے بچا دیتی ہے ۔ ایک جاپانی ماہر تعلیم (بیرن کی کوچی) نے اپنے ملک کا تعلیمی حال لکھتے ہوئے اس صحیح کیفیت کا ذکر کیا ہے جو ہونہار اور ترقی کرنے والے افراد اور اقوام پر گزرتی ہے ۔

"ہم نے بہت سے تجربے کئے اور بہت سی ناکامیاں اور غلطیاں ہوئیں، لیکن ہم نے ان سے نئے سبق سیکھے اور فائدہ اٹھایا ۔ رفتہ رفتہ ہمیں اپنے ملک کی تعلیمی ضروریات اور امکانات کا صحیح اور بہتر علم ہوتا گیا اور ایسے تعلیمی طریقے معلوم ہوتے گئے جو ہمارے اہل وطن کے لئے زیادہ موزوں تھے ۔ ابھی بہت سے ایسے مسائل ہیں جو ہمیں حل کرنے میں، بہت سی ایسی اصلاحیں ہیں جو ہمیں عمل میں لانی ہیں، ہم نے اب تک کوشش کی اور ابھی کوشش کر رہے ہیں اور مختلف طریقوں کی برائیاں اور بھلائیاں دریافت کرنے کے درپے ہیں، تاکہ اپنے ملک کے فائدے کے لئے اچھی باتوں کو اختیار کریں اور رواج دیں اور برائیوں سے بچیں۔"

اس لئے جو حضرات ہمارے کام پر تنقیدی نظر ڈالیں انہیں وقت کی تنگی، کام کا ہجوم اور اس کی اہمیت اور ہماری مشکلات پیش نظر رکھنی چاہئیں ۔ یہ پہلی سعی ہے اور پہلی سعی میں کچھ نہ کچھ خامیاں

ضرور رہ جاتی ہیں، لیکن آگے چل کر یہی خامیاں ہماری رہنما بنیں گی اور پختگی اور اصلاح تک پہنچائیں گی۔ یہ نقش اول ہے نقش ثانی اس سے بہتر ہوگا۔ ضرورت کا احساس، علم کا شوق، حقیقت کی لگن، صحت کی ٹوہ، جد و جہد کی رسائی خود بخود ترقی کے مدارج طے کرلے گی۔

جاپانی بڑے فخر سے یہ کہتے ہیں کہ ہم نے تیس چالیس سال کے عرصے میں وہ کچھ کر دکھایا جس کے انجام دینے میں یورپ کو اتنی ہی صدیاں صرف کرنی پڑیں۔ کیا کوئی دن ایسا آئے گا کہ ہم بھی یہ کہنے کے قابل ہوں گے؟ ہم نے پہلی شرط پوری کردی ہے یعنی بیجا قیود سے آزاد ہوکر اپنی زبان کو اعلیٰ تعلیم کا ذریعہ قرار دیا ہے۔ لوگ ابھی ہمارے کام کو تذبذب کی نگاہ سے دیکھ رہے ہیں اور ہماری زبان کی قابلیت کی طرف مشتبہ نظریں ڈال رہے ہیں۔ لیکن وہ دن آنے والا ہے کہ اس ذرّے کا بھی ستارہ چمکے گا، یہ زبان علم و حکمت سے مالا مال ہوگی اور اعلیٰحضرت واقدس کی نظر کیمیا اثر کی بدولت یہ دنیا کی مہذب و شایستہ زبانوں کی ہمسری کا دعوے کرے گی۔ اگرچہ اُس وقت ہماری سعی اور محنت حقیر معلوم ہوگی، مگر یہی شامِ غربت صبحِ وطن کی آمد کی خبر دے رہی ہے، یہی شب بیداریاں روزِ روشن کا جلوہ دکھائیں گی، اور یہی مشقت اُس قصرِ رفیع الشان کی بنیاد ہوگی جو آئندہ تعمیر ہونے والا ہے۔

اس وقت ہمارا کام صبر و استقلال سے میدان صاف کرنا،

داغ بیل ڈالنا اور نیو کھودنا ہے، اور فرہاد وار شیرینِ حکمت کی خاطر سنگلاخ پہاڑوں کو کھود کھود کر جوئے علم لانے کی سعی کرنا ہے۔ اور گو ہم نہ ہوں گے مگر ایک زمانہ آئیگا جب کہ اس میں علم و حکمت کے دریا بہیں گے اور ادبیات کی افتادہ زمین سرسبز و شاداب نظر آئے گی۔

آخر میں میں سررشتہ کے مترجمین کا شکریہ ادا کرتا ہوں جنھوں نے اپنے فرض کو بڑی مستعدی اور شوق سے انجام دیا۔ نیز میں ارکانِ مجلسِ وضعِ اصطلاحات کا شکر گزار ہوں کہ ان کے مفید مشورے اور تحقیق کی مدد سے یہ مشکل کام بخوبی انجام پا رہا ہے۔ لیکن خصوصیت کے ساتھ یہ سررشتہ جناب مسٹر محمد اکبر حیدری بی۔ اے معتمد عدالت و تعلیمات و کوتوالی و امور عامہ سرکار عالی کا ممنون ہے جنہیں ابتدا سے قیام و انتظام جامعۂ عثمانیہ میں خاص انہماک رہا ہے۔ اور اگر ان کی توجہ اور امداد ہمارے شریکِ حال نہ ہوتی تو یہ عظیم الشان کام صورت پذیر نہ ہوتا۔ میں سید راس مسعود صاحب بی۔ اے (آکسن) آئی۔ ای۔ ایس۔ ناظمِ تعلیمات سرکار عالی کا بھی شکریہ ادا کرتا ہوں کہ ان کی توجہ اور عنایت ہمارے حال پر مبذول رہی اور ضرورت کے وقت ہمیشہ بلا تکلف خوشی کے ساتھ ہمیں مدد دی۔

عبد الحق

ناظمِ سررشتۂ تالیف و ترجمہ (عثمانیہ یونیورسٹی)

ارکان دارالترجمہ

مولوی عبدالحق صاحب بی۔ اے .... ناظم۔
قاضی محمد حسین صاحب۔ ایم۔ اے۔ رینگلر ..... مترجم ریاضیات
چودھری برکت علی صاحب بی۔ ایس۔ سی ...... مترجم سائنس
مولوی سید ہاشمی صاحب .... مترجم تاریخ۔
مولوی محمد الیاس صاحب برنی ایم۔ اے .... مترجم معاشیات
قاضی تلمذ حسین صاحب ایم۔ اے ...... مترجم سیاسیات
مولوی ظفر علی خاں صاحب بی۔ اے ..... مترجم تاریخ۔
مولوی عبدالماجد صاحب بی۔ اے ...... مترجم فلسفہ و منطق
مولوی عبدالحلیم صاحب شرر .... مولف تاریخ اسلام
مولوی سید علی رضا صاحب بی۔ اے ..... مترجم قانون۔
مولوی عبداللہ العمادی صاحب .... مترجم کتب عربی

علاوہ ان مذکورۂ بالا مترجمین کے مولوی حاجی صفی الدین صاحب ترجمہ شدہ کتابوں کو مذہبی نقطۂ نظر سے دیکھنے کے لئے اور نواب حیدر یار جنگ (مولوی علی حیدر صاحب طبا طبائی) ترجموں پر نظر ثانی کرنے کے لئے مقرر فرمائے گئے ہیں*

ارکانِ مجلسِ وضعِ اصطلاحات

مولوی مرزا مہدی خاں صاحب کوکب وظیفہ یاب سرکار عالی (سابق ناظم مردم شماری)

مولوی حمیدالدین صاحب بی ۔ اے صدر دارالعلوم

نواب حیدر یار جنگ (مولوی علی حیدر صاحب طباطبائی)

مولوی وحیدالدین صاحب سلیم

مولوی عبدالحق بی ۔ اے ناظم سررشتۂ تالیف و ترجمہ

علاوہ ان مستقل ارکان کے ، مترجمین سررشتۂ تالیف و ترجمہ نیز دوسرے اصحاب سے بلحاظ اُنکے فن کے مشورہ کیا گیا ۔ مثلاً

خان فضل محمد خانصاحب ایم ۔ اے رنگلر (پرنسپل سٹی ہائی اسکول حیدرآباد)

مولوی عبدالواسع صاحب (پروفیسر دارالعلوم حیدرآباد)

پروفیسر عبدالرحمٰن صاحب بی ۔ ایس ۔ سی (نظام کالج)

مرزا محمد ہادی صاحب ۔ بی ۔ اے (پروفیسر کرسچن کالج لکھنؤ)

مولوی سلیمان صاحب ندوی

سید راس مسعود صاحب بی ۔ اے (ناظم تعلیمات حیدرآباد) وغیرہ

فہرست مضامین

تمت

پہلا باب

بنیادی پیمائشیں

پہلی فصل

طول، زاویہ اور وقت کا اندازہ

اکائیاں ——— علم طبیعیات بیشتر صحیح پیمائش پر مبنی ہے۔ ہم کسی چیز کی پیمائش یا اُس کا اندازہ کرتے ہیں تو جب تک پیمائش یا اندازہ کے لئے کوئی پیمانہ مقرر نہ کرلیا جائے ذہن میں اُس کا کوئی مفہوم قائم نہیں ہوسکتا۔ مفہوم قایم کرنے کے لئے دو باتوں کی ضرورت ہے۔ ایک یہ کہ جس چیز کا اندازہ مقصود ہے اُسی کی جنس سے کسی چھوٹی سی مقدار کو پیمانہ کے طور پر اختیار کرلیا جائے دوسرے یہ کہ اِس پیمانہ پر جمہور کا اتفاق ہو۔ اِن دو باتوں کا تصفیہ ہوجائے تو پھر اس مقدار سے جو پیمانہ کے طور پر اختیار

کرلی گئی ہے اس کی ہمجنس مقداروں کا مقابلہ کرکے یہ بات معلوم کرسکتے ہیں کہ فلاں چیز میں ہمارے مقرر کردہ پیمانہ کے برابر کتنی مقداریں ہیں۔ مثلاً ہم کسی چیز کی لمبائی کا اندازہ کرنا چاہتے ہیں تو اس کے لئے ضروری ہے کہ لمبائی کی کسی خاص مقدار کو پیمانہ بنالیں۔ پھر اس کے بعد اس پیمانہ کے ساتھ مقابلہ کرکے ہم دیکھ سکتے ہیں کہ اُس چیز کی لمبائی میں اتنی اتنی کے لمبائیاں ہیں۔ اس قسم کی مقدار کو جس سے پیمانہ کا کام لیا جاتا ہے علمی زبان میں **اکائی** کہتے ہیں۔ کسی چیز کی اکائی مقرر ہو جائے تو پھر ہم اُس کی ہمجنس مقداروں کو عدد سے تعبیر کرسکتے ہیں۔ مثلاً طول کی پیمائش کے لئے طول کی کسی خاص مقدار کو اکائی مان لیا جائے تو پھر کسی چیز کے طول کو اس اکائی کے ساتھ ناپ کر ہم بتا سکتے ہیں کہ اس چیز کے طول میں ایسی ایسی اتنی اکائیاں ہیں۔

اپنی روزمرّہ کی گفتگو اور اپنے روزانہ مشاہدوں کو غور کی نگاہ سے دیکھو تو معلوم ہوجائیگا کہ طول، رقبہ، حجم، وزن، وقت وغیرہ جتنی ذی مقدار چیزیں ہیں اُن سب کے لئے کوئی نہ کوئی اکائی مقرر ہے۔ یہ نہ ہو تو مقداروں کے متعلق ایک دوسرے کا مفہوم سمجھنا ناممکن ہو جائے۔ دنیا میں یوں تو بہت سی ذی مقدار چیزیں ہیں اور علم وحکمت کی ترقی نے اِن کی تعداد اَور زیادہ کردی ہے لیکن اِن ذی مقدار چیزوں کی اصلیت پر غور کرو تو معلوم ہوگا کہ اِن سب کی اصلیت حقیقت میں تین چیزوں پر موقوف ہے۔ یعنے **طول**، **کمیتِ مادہ**، اور **وقت**۔ یہی تین سب

ذی مقدار چیزوں کے لئے بنیادی مقداریں ہیں۔ اِس لئے باقی تمام مقداروں کی اِکائیاں بھی اِن ہی تین بنیادی مقداروں کی اِکائیوں سے ماخوذ ہیں۔چنانچہ طبیعیات میں تم دیکھو گے کہ طبیعی اِکائیوں کی بنا اِن ہی تین **بنیادی اِکائیوں** پر ہے۔

طول کی پیمائش

طول کے انگریزی اور میتری نظام—— انگریزی سلطنت میں طول کی اِکائی اِس طرح مقرر کی گئی ہے کہ دیوانِ تجارت کی تحویل میں کانسی کی ایک سلاخ ہے۔ اُس کے سروں کے قریب دو نشان لگا لئے گئے ہیں۔تپش کے ایک مُعیّن درجہ پر اِن نشانوں کے درمیان سلاخ کا جتنا طول ہوتا ہے اُس کو طول کی پیمائش کے لئے اِکائی مان لیا ہے۔ اِس اِکائی کو گز کہتے ہیں۔لیکن اِس بات کو یاد رکھنا چاہئے کہ یہ اِکائی محض ایک اختیاری چیز ہے۔ یعنے طول کی ایک خاص مقدار پر بلا وجہ اتفاق کرلیا ہے۔اگر اِس سے نصف یا اِس سے دو چند طول کو اِکائی مان لیتے تو پھر موجودہ اِکائی کی بجائے وُہی اِکائی مقرر ہوجاتی۔

گز تین مساوی حصوں میں تقسیم کرلیا گیا ہے۔اِن میں سے ہر حصہ کو **فُٹ** کہتے ہیں۔ پھر فٹ کو بارہ مساوی حصوں میں تقسیم کرتے ہیں اور ہر حصہ کا **اِنچ** نام رکھتے ہیں۔

علمی کاموں میں عام طور پر میتری پیمانوں کا رواج ہے۔

فرانس اور یورپ کے بعض دیگر ممالک میں معمولی کاروبار میں بھی یہی پیمانے مستعمل ہیں ۔ اِس نظام میں طول کا معیار میتر ہے ۔ میتر کی تعریف یوں سمجھو کہ یہ ایک نقریہ کی سلاخ ہے جو حکومتِ فرانس کی تحویل میں رہتی ہے تپش کے ایک معیّن دَرَجَہ پر اِس سلاخ کے سروں کے درمیان جتنا فاصلہ ہوتا ہے اُس کا نام میتر ہے ۔ میتر کا انگریزی پیمانہ سے مقابلہ کیا جائے تو اِس کے طول میں ۳۹،۳۷۰۷۹ انچ آتے ہیں ۔

میتر کے اضعاف اور اُس کی کسروں کو اِس طرح مقرر کیا ہے کہ دس میتروں کو دِکامیتر، سو میتر کو ہِکتومیتر، اور ہزار میتر کو کِلو میتر کہتے ہیں ۔

۱۰ میتر = ۱ دِکامیتر

۱۰۰ میتر = ۱ ہِکتومیتر

۱۰۰۰ میتر = ۱ کِلومیتر

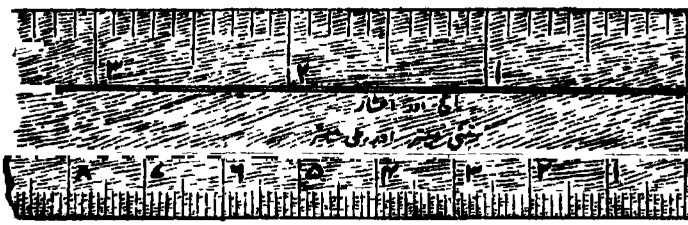
کسروں کو تعبیر کرنے کے لئے میتر کو دس مساوی حصوں میں تقسیم کردیتے ہیں اور ہر حصہ کو دِسی میتر کہتے ہیں ۔ پھر دِسی میتر کو دس مساوی حصوں میں تقسیم کرکے ہر حصہ کا سنتی میتر نام رکھتے ہیں ۔ پھر سنتی میتر کو بھی دس مساوی حصوں میں تقسیم کردیتے ہیں اور ہر حصہ کو مِلی میتر کہتے ہیں ۔

۱۰ مِلی میتر (مم) = ۱ سنتی میتر (سم)

۱۰ سنتی میتر
۱۰۰ مِلی میتر } = ۱ دِسی میتر (دم)

۱۰ دِسی میتر
۱۰۰ سنتی میتر } = ۱ میتر (مر)
۱۰۰۰ ملی میتر

کِلو میتر تقریباً تین خُمس ($\frac{۳}{۵}$) میل کے برابر ہے ۔



شکل ۱ انگریزی اور میتری پیمانے

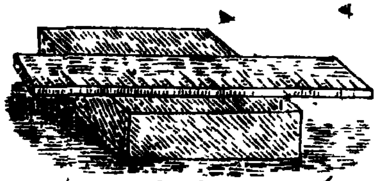
طولی پیمانوں کے انگریزی اور میتری نظاموں کا ٹھیک ٹھیک تعلق ذیل کی فہرست میں دکھایا گیا ہے ۔ شکل ۱ پر غور کرو تو اُس سے بھی یہ تعلق بخوبی واضح ہو جائیگا ۔

میتری		انگریزی
۱ سنتی میتر	=	۰٫۳۹۴ انچ
۱ میتر	=	۳۹٫۳۷۰ انچ
	=	۱٫۰۹۴ گز
۱ کِلو میتر	=	۰٫۶۲۱ میل

انگریزی		میتری
۱ انچ	=	۲٫۵۴ سنتی میتر
۱ گز	=	۰٫۹۱۴ میتر
۱ میل	=	۱۶۰۹٫۰۰ میتر
	=	۱٫۶۰۹ کِلو میتر

طول کی پیمائش کے قاعدے

خطوطِ مستقیم کی پیمائش ——— خطِ مستقیم کے طول کو معمولی چوبی پیمانہ سے ناپ سکتے ہیں۔ اِس قسم کے پیمانوں پر اِنچوں اور اِنچ کے اعشار، یا سنتی میٹروں اور ملی میٹروں کے نشان لگے ہوتے ہیں۔ اِن پیمانوں کے استعمال میں ذیل کی احتیاطوں کو مدِنظر رکھنا چاہیئے۔



شکل ۲۔ پیمانہ کا غلط استعمال



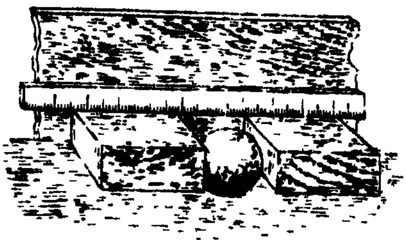
شکل ۳۔ پیمانہ کا صحیح استعمال

(۱) پیمانہ کو اِس طرح پکڑنا چاہیئے کہ جس خط کو ناپنا منظور ہے پیمانہ پر کے تقسیمی نشان اُس کو چھوتے رہیں (شکل ۳)۔ اِس احتیاط کو مدِنظر نہ رکھا جائے تو ممکن ہے کہ اختلافِ منظر سے پیمائش غلط ہو جائے۔ اختلافِ منظر کے معنی سمجھنے کے لئے شکل ۲ پر غور کرو۔ اِس میں پیمانہ

اِس طرح رکھا گیا ہے کہ جس خط کو ناپنا منظور ہے پیمانہ کے نشان اُس کو چھوتے ہنیں۔ نتیجہ اس کا یہ ہے کہ آنکھ کو ایک جگہ رکھ کر دیکھو تو خط کا سرا پیمانہ کے ایک نشان کے محاذی نظر آتا ہے اور آنکھ کو کسی اَور جگہ رکھ کر دیکھو تو وُہی سرا پیمانہ کے کسی اور نشان کے محاذی معلوم ہوتا ہے۔ پیمانہ کے نشان، خط کو چھو رہے ہوں تو اِس غلطی کا احتمال باقی نہیں رہتا۔

(ب) پیمایش کو پیمانہ کے نشان صفر سے شروع کرنا خطرہ سے خالی نہیں۔ صفر کا نشان عموماً سرے پر ہوتا ہے اور سرا ضرور کچھ نہ کچھ گِھس جاتا ہے۔ اِس لئے بہتر یہ ہے کہ پیمایش کے وقت پیمانہ کے صفر کو چھوڑ کر کسی اگلے نشان سے پیمایش کی ابتدا کی جائے (شکل ۳)۔

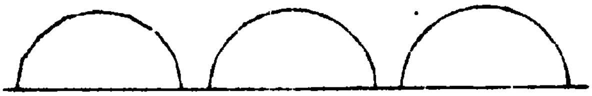
(ج) جس خط کو ناپنا منظور ہے یہ ہوسکتا ہے کہ اُس کی ابتدا پر ہم اپنے پیمانہ کا کوئی خاص نشان رکھ دیں۔ لیکن یہ ضروری ہنیں کہ خط کی انتہا کے محاذی بھی پیمانہ کا کوئی خاص نشان آجائے۔ اِس لئے ضروری ہے کہ پیمانہ کے درجہ کی کسریں بھی محسوب کی جائیں۔ مثلاً شکل ۳ میں خط کا نقطہ ب پیمانہ کے جس نقطہ کے محاذی پڑتا ہے وہ ۲،۶ اور ۲،۷ کے بَین بَین ہے۔ پیمانہ کے اِس درجہ کو یوں تصور کرلو کہ یہ بھی دس حصوں میں منقسم ہے۔ پھر ظاہر ہے کہ نقطہ ب کو پیمانہ پر ۲،۶۳ کے محاذی تصور کرلینا زیادہ قرینِ صحت ہوگا۔



شکل ۱ء۴ - قطرِ کرہ کی پیمائش کا قاعدہ

شکل ۱ء۴ پر غور کرو - اِس میں یہ بات دکھائی گئی ہے کہ کرہ کے قطر کی پیمائش میں کسی اُستوار پیمانہ کو کس طرح استعمال کرنا چاہیئے - دیکھو کرہ دو کُندوں کے مسطح پہلوؤں کے بیچ میں رکھا ہے - پیمانہ سے یہ دیکھا جائیگا کہ اِن مسطح پہلوؤں کی سطحیں پیمانہ کے کون کون سے نشانوں پر آتی ہیں - اِن نشانوں کا درمیانی فاصلہ کرہ کا قطر ہوگا -

خطوطِ مُنحنی کی پیمائش——— ہر خطِ مُنحنی کو ہم یوں تصور کرسکتے ہیں کہ وہ گویا بیشمار چھوٹے چھوٹے مستقیم خطوں کے ملنے سے بنا ہے - یہ ظاہر ہے کہ اِن چھوٹے چھوٹے خطوں کی تعداد لاانتہا مان لی جائے تو اُن کے طولوں کے مجموعہ اور خطِ مُنحنی کے طول میں کوئی فرق نہ ہوگا - شکل ۱ء۵ کو دیکھو - اِس میں دکھایا گیا ہے کہ خطِ مُنحنی اِس قسم کے چھوٹے چھوٹے مستقیم خطوں کا مجموعہ کیونکر تصور کیا جاسکتا ہے - اب پیمائش کا طریقہ حسب ذیل ہوگا -

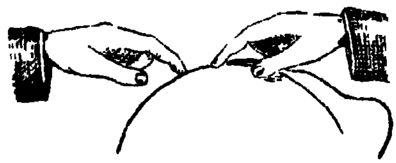


شکل ۸۔ چھوٹے چھوٹے خطوط کے ملنے سے خطوطِ منحنی کی پیمائش

تجربہ ۱۔ پرکار سے ــــــــ پرکار کو اس قدر کھولو کہ اُس کی نوکوں میں تقریباً ۵ ملی میٹر کا فاصلہ ہو جائے۔ منحنی پر باریک پنسل سے نقطہ کا نشان بناؤ۔ پرکار کی ایک نوک اس نقطہ پر رکھو اور دوسری نوک منحنی پر۔ پھر پہلی نوک کو اٹھالو اور پرکار کو دوسری نوک پر اس طرح گھماؤ کہ پہلی نوک دوسری نوک سے اگلی طرف منحنی پر آجائے۔ یہی عمل منحنی کی انتہا تک کرتے جاؤ اور گنتے جاؤ کہ اس عمل کا کے بار اعادہ ہوا ہے۔ آخر میں منحنی کا کچھ حصہ ۵ ملی میٹر سے کم رہ جائے تو اُس کو الگ ناپ لینا چاہئے۔ اِس کی تدبیر یہ ہے کہ پرکار کی نوکوں میں ۵ ملی میٹر سے کم فاصلہ رکھا جائے۔ اس طرح پورے منحنی کے طول کی پیمائش ہو جائیگی۔

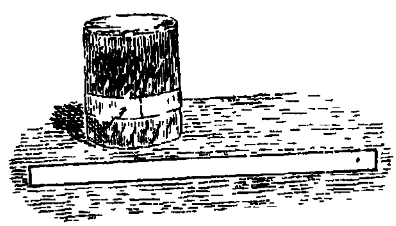
تجربہ ۲۔ ــــــــ تاگے سے ــــــــ تاگے کے ایک ٹکڑے کا سرا قینچی سے صاف کاٹ لو۔ پھر منحنی پر پنسل سے ایک نقطہ لگاؤ۔ اور نقطہ کے اوپر تاگے کا سرا رکھو (شکل ۹)۔ اس کے بعد تاگے کو منحنی پر منطبق کرتے جاؤ۔ جہاں تک ہوسکے تاگے کے چھوٹے چھوٹے حصے استعمال کرو۔ مثلاً تاگے کا چھوٹا سا حصہ منحنی پر رکھو۔ اور اس حصہ کے سروں کو ناخن سے داب لو۔ پھر ایک ناخن کو اُٹھاکر اگلی طرف لے جاؤ اور یہاں بھی تاگے کے چھوٹے سے حصہ کو اسی طرح منحنی پر منطبق کرو۔ منحنی کی انتہاتک یہی عمل کرتے جاؤ۔ پھر تاگے کو ملی میٹروں کے پیمانہ سے

ناپ لو۔



شکل ۶۔ خطِ منحنی کی پیمائش

تجربہ ۳۔ کاغذ کی پتی سے ——— چوبی اُستوانہ کے گرداگرد کاغذ کی ایک پتی کس کر لپیٹو (شکل ۷)۔ جب کاغذ کا ایک سرا دوسرے سرے پر چڑھ آئے تو اِس مقام پر سُوئی سے سوراخ کردو۔ پھر کاغذ کو اُٹھاکر دونوں سوراخوں کا درمیانی فاصلہ ناپ لو۔ اِس سے اُستوانہ کا گھیر یعنی اُس کا محیط معلوم ہو جائیگا۔



شکل ۷۔ اُستوانہ کے محیط کی پیمائش

تجربہ ۴۔ دائرہ کا قطر اور محیط ——— باریک پٹھے کے تختہ سے ۸ سمر اور ۱۲ سمر قطر کے دو قرص کاٹو۔ کناروں کے قریب دونوں پر پنسل سے ایک ایک نشان کرو۔ ایک قرص کو ملی میٹروں کے پیمانہ پر اِس طرح عموداً کھڑا کرو کہ پنسل کا نشان پیمانہ کے کسی خاص درجہ پر آجائے۔ پھر قرص کو کنارے کے بل پیمانہ پر گھماتے جاؤ۔ جب

پنسل کا نشان پیمانہ کو دوبارہ چھوئے تو دیکھو یہاں پیمانہ کا کونسا درجہ ہے۔ اِن دونوں درجوں کا درمیانی فاصلہ قرص مذکور کے محیط کا مساوی ہوگا۔ اِسی طرح دوسرے قرص کا محیط بھی معلوم کرو۔ بتاؤ اِن قرصوں کے قطر کس طرح ناپوگے۔ نتائج کو ذیل کے طور پر لکھو۔

قطر	محیط	محیط / قطر
۱		
۲		

تم دیکھوگے کہ محیط اور قطر کا تناسب ہر حال میں ایک مستقل مقدار ہے۔ اِس تناسب کو ہم عبرانی ابجد کے حرف ℸ (حیت) سے تعبیر کرینگے۔ بنابریں

محیط کا طول = ℸ × قطر

کسر پیما ——— معمولی پیمانہ جو اِنچ کے اعشار میں منقسم ہو اُس سے کسی طول کو ناپا جائے تو احتیاط سے کام لے کر صرف آنکھ کی مدد سے ہم اپنے حساب میں $\frac{1}{100}$ انچ تک کی نزاکت پیدا کرسکتے ہیں۔ اِس کا طریقہ یہ ہے کہ اپنے خیال میں پیمانہ کے ہر عُشرِ اِنچ کے درجہ کو دس حصوں میں تقسیم کرلیا جائے۔ پھر اِس بات کا اندازہ کیا جائے کہ اِس موہوم تقسیم کے کتنے درجوں کو، پیمانہ پر بنے ہوئے درجوں کے ساتھ ملا دیا جائے تو

جس طول کو ناپ رہے ہیں اُس کی پوری پوری پیمائش ہو جائیگی۔ مثلاً جس طول کو ناپنا منظور ہے اُس کا آخری سرا پیمانہ پر ۶ انچ کے نشان سے آگے نکلا ہوا ہے۔ تو ہم پہلے یہ دیکھینگے کہ طول مذکور کا یہ آگے نکلا ہوا حصہ کَے عُشرِ اِنچ ہے۔ فرض کرو کہ یہ حصہ پیمانہ پر ۶ اِنچ کے نشان کے بعد ۳ عُشر اِنچ کے نشان سے بھی ذرا آگے نکلا ہوا ہے۔ تو طولِ مذکور $6\frac{3}{10}$ اِنچ سے کچھ زیادہ ہوگا۔ اب اِس زیادتی کی پیمائش اِس طرح کی جائیگی کہ عُشرِ اِنچ کو اپنے ذہن میں دس مساوی حِصّوں میں تقسیم کرینگے۔ اور اندازہ سے معلوم کرینگے کہ طولِ مذکور کا یہ حصہ عُشرِ انچ کی کونسی کسر ہے۔ فرض کرو کہ ہمارے اندازہ میں یہ حصہ عُشرِ اِنچ کا $\frac{3}{10}$ آتا ہے تو اِس کی قیمت $\frac{3}{100}$ اِنچ ہوگی۔ اِس طرح ہمارے حساب میں اِنچ کے سویں حصہ تک کی نزاکت پیدا ہو جائیگی۔ پیمانہ ملی میتروں میں منقسم ہو تو اِسی طرح وہاں بھی حساب کی نزاکت ملی میتر کے عُشر تک پہنچ سکتی ہے۔ لیکن اِس احتیاط پر بھی ہم یہ نہیں کہ سکتے کہ ہماری پیمائش غلطی سے پاک ہے۔ اِس قسم کی پیمائش میں ہم قیاس سے کام لیتے ہیں اور قیاس میں کچھ نہ کچھ غلطی ہو ہی جاتی ہے۔ پھر وہ کونسا طریقہ ہے جس میں صحت کا سررشتہ ہاتھ سے چھوٹنے نہ پائے؟ تم کہوگے کہ پیمانہ کی تقسیم میں نزاکت کو بڑھا دینا چاہئے۔ پیمانہ پر تقسیم کے نشان قریب قریب ہونگے تو پیمائش میں نزاکت پیدا ہو جائیگی۔ مگر اِس

صورت میں پیمانہ کے باریک درجوں کو پڑھنا باعثِ تکلیف ہوگا۔ اِس تکلیف کو ہم خُردبین کی مدد سے رفع کرسکتے ہیں۔ لیکن ذرا غور تو کرو۔ اِس صورت میں بھی آخرکار فیصلہ کا انحصار ذہنی قیاس اور آنکھ پر ہوگا اور اِس میں پھر وُہی غلطی کا احتمال باقی ہے۔ اِس لئے ضروری ہے کہ نزاکت کے ساتھ ساتھ صحت کو بھی قایم رکھنے کے لئے کسی عملی تدبیر سے کام لیا جائے۔ چنانچہ کسرپیما اور خُردہ پیماپیچ کے اصول اِسی مطلب کے لئے وضع کئے گئے ہیں۔ طالب علم کو چاہئے کہ دونوں اصولوں کو بخوبی ذہن نشین کرلے۔

کسرپیما کا اصول——— یہ اصول ۱۶۳۱ء میں ورنیئر نامی ایک عالم نے وضع کیا تھا۔ اِس اصول کی اصلیت صرف اِس قدر ہے کہ اصلی پیمانہ کے ساتھ اُس کی مدد کے لئے ایک اَور پیمانہ لگا دیتے ہیں اور اِس بات کا خیال رکھتے ہیں کہ دونوں پیمانوں کے درجے ایک دوسرے کے ساتھ سادہ تعلق رکھتے ہوں۔ اِس دوسرے پیمانہ کا نام کسرپیما ہے۔ اِس کی سب سے سادہ شکل وہ ہے جس سے پیمانہ میں ایک عُشرِ درجہ تک کی حسابی نزاکت پیدا ہو جاتی ہے۔ اِس مطلب کے لئے کسرپیما کا پیمانہ اِس طرح تیار کرتے ہیں کہ کسرپیما کے ۱۰ درجے معمولی پیمانہ کے ۹ یا ۱۱ درجوں کے مساوی ہوں۔ پہلی



شکل ۸۔ کسرپیما علہ کا استعمال

صورت زیادہ رائج ہے۔ اِس کو کسر پیما ع۱ کہتے ہیں۔ دوسری صورت جس میں کسر پیما کے ۱۰ درجے معمولی پیمانہ کے ۱۱ درجوں کے مساوی بنائے جاتے ہیں اُس کا نام کسر پیما ع۲ ہے۔

شکل ع۳ پر غور کرو۔ اِس میں کسر پیما ع۱ کا طریق استعمال دکھایا گیا ہے۔ دیکھو کسر پیما کے ۱۰ درجے پیمانہ کے ۹ درجوں کے مساوی ہیں۔ یعنی کسر پیما کو پیمانہ پر اِس طرح رکھا جائے کہ اُس کا صفر کا نشان پیمانہ کے صفر کے نشان پر منطبق ہو تو کسر پیما کا ۱۰ کا نشان پیمانہ کے ۹ کے نشان پر منطبق ہوگا۔ اِس بات کو نگاہ میں رکھو کہ پیمانہ کا ہر انچ دس حصوں میں تقسیم کر دیا گیا ہے۔ اِس بنا پر کسر پیما کا ایک درجہ پیمانہ کے $\frac{9}{10}$ درجہ کا مساوی ہوگا۔

فرض کرو کہ کسی چیز ا کا طول ناپنا مقصود ہے۔ اِس عمل میں کسر پیما اِس طرح رکھا جائیگا جیسا کہ شکل میں دکھایا گیا ہے۔ ظاہر ہے کہ ا کا طول ۱۶۰ اور ۱۶۱ انچ کے بین بین ہے۔ اب کسر پیما سے ہم اِس بات کا اندازہ کرنے میں مدد لینگے کہ ا کا طول ایک انچ سے کتنا زیادہ ہے۔ دیکھو کسر پیما کا وہ نشان جس پر ۴ کا ہندسہ لکھا ہے پیمانہ کے ایک خاص نشان کے ساتھ نہایت قریب کا انطباق رکھتا ہے۔ اِس کے سوا اور کسی نشان کو یہ بات حاصل نہیں۔ اِس انطباق کی مدد سے ہم کسر مذکور کی قیمت معلوم کرسکتے ہیں۔ تم دیکھ چکے ہو کہ کسر پیما کا ایک درجہ پیمانہ کے $\frac{9}{10}$ درجہ کے برابر ہے اور پیمانہ کا ایک درجہ

$\frac{1}{10}$ انچ کے مساوی - اِس لئے کسر پیما کے ایک درجہ کی قیمت $\frac{9}{100}$ انچ ہے - اِس سے ظاہر ہے کہ کسر پیما کا ایک درجہ پیمانہ کے ایک درجہ سے $\frac{1}{100}$ انچ کم ہے - پس کسر پیما کا وہ نشان جس پر ۳ کا ہندسہ لکھا ہے پیمانہ کے قریب ترین نشان سے $\frac{1}{100}$ انچ کے فاصلہ پر ہے - اِس لئے ۲ کا نشان پیمانہ کے اِس سے اگلے نشان سے $\frac{2}{100}$ انچ کے فاصلہ پر ہوگا - بنابریں پیمانہ کے اِس سے اگلے نشان اور کسر پیما کے ا کے نشان کے درمیان $\frac{3}{100}$ انچ کا فاصلہ ہے - پھر کیا اِس سے ہم یہ معلوم نہیں کرسکتے کہ کسر پیما کا صفر کا نشان جو ا کے سرے کو چھو رہا ہے اُس سے پیمانہ کے ایک انچ کے نشان تک کتنا فاصلہ ہے؟ اِس میں شک نہیں کہ اِس فاصلہ کی قیمت $\frac{4}{100}$ انچ ہونی چاہئے - پس

ا کا طول = ۱٫۰۴ انچ

اِس سے کسر پیما کے لئے حسب ذیل قاعدہ نکل آیا -

دونوں پیمانوں پر اِس بات کو دیکھ لو کہ اُن کے کون سے درجوں میں انطباق ہے - اِس مقام پر کسر پیما کا جو ہندسہ اُس کے درجہ کا نشان بتا رہا ہے وُہی تمھاری پیمائش میں کسر اعشاریہ کے دوسرے درجہ کا عدد ہوگا -

شکل ۹ میں کسر پیما ع۲ دکھایا گیا ہے - اِس میں کسر پیما کا ایک درجہ پیمانہ کے ۱۰۱ درجہ کے مساوی ہے - اِس لئے کسر پیما کا ایک درجہ $\frac{101}{1000}$ انچ کے برابر ہوگا - اِس بات کو نگاہ میں رکھو کہ اس میں کسر پیما کی درجہ بندی بائیں طرف سے شروع ہوتی ہے -

اگر کسرپیما کا ۴ کا نشان پیمانہ کے کسی نشان پر منطبق ہے



شکل ۹۔ کسرپیما ۲ کا استعمال

تو ظاہر ہے کہ

ا کا طول + کسرپیما کے ۶ درجوں کا طول = ۱۰۷ انچ

یعنی ا کا طول + ۶ × ۱۱ء۰ انچ = ۱ء۷ انچ

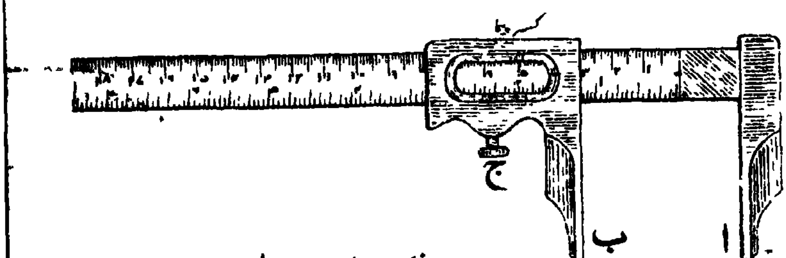
لہذا ا کا طول = ۱ء۷ − ۶ × ۱۱ء۰ انچ

= ۱ء۰۴ انچ

علمی کاموں میں اکثر اِس بات کی ضرورت پڑتی ہے کہ کسرپیما کی مدد سے پیمانہ کے مختصر درجہ سے بھی چھوٹی کسروں کی قیمت معلوم ہوسکے۔ اِس کی تدبیر یوں ہوسکتی ہے کہ کسرپیما کے پیمانہ کے ۲۰ درجے معمولی پیمانہ کے ۱۹ درجوں کے برابر رکھے جائیں۔ اِس صورت میں کسرپیما معمولی پیمانہ کے درجوں کے $\frac{1}{20}$ تک کو ناپ لیگا۔ عام طور پر اِس قاعدہ کو یوں یاد رکھو کہ پیمانہ کے $\frac{1}{ع}$ درجہ تک کا اندازہ کرنا مقصود ہو تو معمولی پیمانہ کے (ع − ۱) درجہ کے مساوی فاصلہ کو کسرپیما پر ع درجوں میں تقسیم کرنا چاہیئے۔

سرل چاپ ـــــ شکل ۱۰ ایک سرل چاپ کی تصویر ہے۔ اِس میں ایک پتلی مستطیل فولادی سلاخ ہے جس پر پیمانہ بنا ہوا ہے۔ سلاخ کے ساتھ دو جبڑے ہیں۔ ایک ا جو ثابت ہے اور دوسرا ب جو

حسبِ ضرورت سلاخ پر اِدھر اُدھر پھسل سکتا ہے۔ اِس جبڑے پر کسرپیما بنا ہوا ہے جو سلاخ پر کھُدے ہوئے پیمانہ کے اوپر اوپر چلتا ہے۔ اِس جبڑے کے ساتھ ج ایک پیچ بھی ہے۔ پیچ کو کس دو تو وہ جبڑے کو سلاخ کے ساتھ جکڑ دیتا ہے۔ دونوں جبڑوں کے



شکل ۱۰ - سرل چاپ

وہ پہلو جو ایک دوسرے کے مقابل ہیں اِس طرح مسطح بنائے جاتے ہیں کہ دونوں کی سطحیں ایک دوسرے کے متوازی رہتی ہیں - یہ بھی ضروری ہے کہ دونوں جبڑے سلاخ کے ساتھ علی القوائم رہیں۔

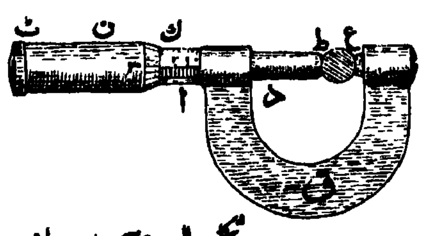
آلہ صحیح ہے تو دونوں جبڑوں کو ملا دینے پر ضرور ہے کہ کسرپیما کا صفر کا نشان پیمانہ کے صفر کے نشان پر منطبق ہو۔ یہ نہیں تو حساب میں دونوں کا فرق ملحوظ رکھنا پڑیگا۔

اِس آلہ سے کسی چیز کے بُعد ناپنے کا طریقہ یہ ہے کہ اُس چیز کو دونوں جبڑوں کے بیچ میں رکھتے ہیں اور قابلِ حرکت جبڑے کو پیمانہ پر سرکا کر اُس چیز کے اِتنا قریب لے آتے ہیں کہ آلہ کے دونوں جبڑے اُس کے ساتھ عین تماس کے موقع پر پہنچ جائیں۔ پھر پیچ کو کس کر قابلِ حرکت جبڑے کو جکڑ دیتے ہیں۔

جب یہ صورت پیدا ہو جائے تو کسر پیما کے صفر اور پیمانہ کے صفر کا درمیانی فاصلہ بُعدِ مطلوب کے مساوی ہوگا۔

استعمال سے پہلے اِس بات کو دیکھ لینا چاہیئے کہ آیا پیمانہ اِنچوں میں منقسم ہے یا ملی میٹروں میں۔ اور کسر پیما' پیمانہ پر کھدے ہوئے درجوں کی کون سی کسر کا نشان دیتا ہے۔

پیچ دار پیمانہ ——— پیچ دار پیمانہ کو خُردہ پیما پیچ بھی کہتے ہیں۔ اِس آلہ سے چھوٹی چھوٹی چیزوں کے ابعاد نہایت صحت کے ساتھ ناپے جاسکتے ہیں۔ شکل ۱۲ کو دیکھو۔ یہ اِسی آلہ کی تصویر ہے۔ اِس میں ق ایک ثابت حلقہ ہے جس کے ساتھ ا ایک مجوّف اُسطوانہ لگا ہؤا ہے۔ ا کی اندرونی سطح پر پیچ دار چوڑیاں بنی رہتی ہیں۔ دُھری ہ ایک پیچ کے



شکل ۱۲ ۔پیچ دار پیمانہ

تسلسل میں ہے جو ا کی اندرونی چوڑیوں میں چلتا ہے۔ ٹ اِس آلہ کی ٹوپی ہے جس کے ساتھ ن ایک آستین سی لگی ہوئی ہے۔ اِس آستین کا کنارہ ک اتنا ڈھلوان اور پتلا ہے کہ ا کے ساتھ ملا رہتا ہے۔ یہ کنارہ مساوی حصوں میں تقسیم کردیا گیا ہے۔ اِن حصوں کی تعداد عموماً ۵۰ یا ۱۰۰ رکھتے ہیں۔

دُھری د کا سرا ط خالص سطح مستوی ہے ۔ حلقۂ ثابت کے دوسرے بازو پر ایک جکڑا ہؤا پیچ ہے ۔ اِس کے سرے کی سطح ع ہر طرح سطح ط کا جواب ہے ۔ ع کے پیچ کو مستقل طور پر اِس طرح ترتیب دیتے ہیں کہ کنارہ ل ش ، اُستوانہ ا پر کے پیمانہ کے صفر سے ملا ہو اور اُس کا صفر کا نشان ا کے خطِ بنیادی پر پہنچ جائے تو ط اور ع ٹھیک ایک دوسرے کو چھُو لینے کے موقع پر آجائیں ۔

آلہ کو استعمال کرنے سے پہلے اِس بات کو دیکھ لینا ضروری ہے کہ آیا ا پر کا پیمانہ ملی میتروں میں منقسم ہے یا انچ کے اعشار میں ۔ اِس کے بعد یہ دیکھنا چاہئے کہ دُھری د پر جو پیچ ہے اُس کی گھائی کتنی چوڑی ہے ۔ ٹ کی ایک گردشِ کامل میں سطح ط کا آگے بڑھنا یا پیچھے ہٹنا اِسی گھائی کے عرض کے مساوی ہوگا ۔ اِس نکتہ کو تم یوں دیکھ سکتے ہو کہ آیا ٹ کو پیچھے کی طرف ایک گردشِ کامل دینے سے ا پر کے پیمانہ کا ایک درجہ ننگا ہوتا ہے یا آدھا درجہ ۔ پھر آخر میں اِس بات کا بھی فیصلہ کر لینا چاہئے کہ پیمانہ ل ش کے ایک درجہ کی قیمت کیا ہے ۔

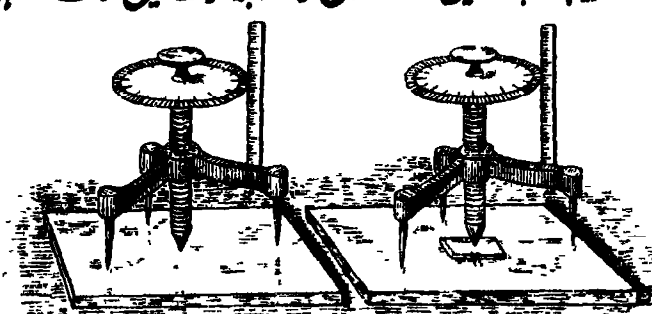
عام قاعدہ یہ ہے کہ پیچ د کی گھائی ۰٫۵ مم رکھتے ہیں اور ل ش کو ۵۰ مساوی حصوں میں تقسیم کر دیتے ہیں ۔ اِس اعتبار سے

$$\text{پیمانہ ل ش کا ایک درجہ} = \frac{1}{50} \times 0.5$$

$$= 0.01 \text{ مم}$$

جس چیز کو ناپنا منظور ہوتا ہے اُسے ط اور ع کے درمیان رکھ دیتے ہیں۔ اور ٹوپی ٹ کو اِس قدر گھماتے ہیں کہ وہ چیز اِن سطحوں کی نرم نرم گرفت میں آجائے۔ پھر ا اور ل کے پیمانوں کو پڑھ کر ناپ معلوم کرلیتے ہیں۔

کُرویت پیما ——— اِس آلہ کا اُصول خُردہ پیما پیچ کے اصول سے بہت ملتا جلتا ہے۔ اِس میں مساوی طول کے تین پائے ہوتے ہیں۔ یہ پائے ایک دوسرے کے تعلق کے لحاظ سے اِس طرح ترتیب دئے جاتے ہیں کہ تینوں کی نوکیں ایک مثلث متساوی الاضلاع کے کونوں پر رہتی ہیں۔ اِن پایوں کے مرکز پر ایک باریک چوڑی کا پیچ لگا رہتا ہے جو گھمانے سے نیچے یا اوپر آسکتا ہے۔ اِس پیچ کے اوپر والے سرے پر دندانہ دار ٹوپی چڑھی رہتی ہے۔ اِس سے پیچ کے گھمانے میں کام لیا جاتا ہے۔ ٹوپی کے نیچے ایک گول قُرص ہوتا ہے جس کے کنارے کو ۱۰۰ مساوی حصوں میں تقسیم کردیتے ہیں۔ آلہ کے کسی ایک پایہ کے ساتھ ایک عمودی پیمانہ جوڑ دیتے ہیں۔ یہ پیمانہ عموماً ملی میٹروں میں منقسم ہوتا ہے۔ اس کے درجوں کے نشان قُرص کے کنارے کے قریب رہتے ہیں تاکہ دونوں کا مقابلہ کرنے میں دقّت نہ ہو۔



شکل ۱۱ - کرویت پیما کا استعمال

استعمال سے پہلے یہ دیکھ لینا چاہیئے کہ پیچ کی گھائی کتنی چوڑی ہے۔ گھائی کا عرض بعض آلوں میں ۱ مِمر اور بعض میں ۰٫۵ مِمر ہوتا ہے۔ عرض کی مقدار دریافت کرنے کا قاعدہ یہ ہے کہ عمودی پیمانہ کی مدد سے قُرص کا محل دیکھ لیا جائے۔ پھر اُس کو چند مکمل گردشیں دی جائیں۔ اِس سے معلوم ہو جائیگا کہ اِتنی گردشیں قُرص کو کس قدر نیچے لے آئی ہیں یا کس قدر اوپر لے گئی ہیں۔ اِس فاصلہ کو گردشوں کی تعداد پر تقسیم کردو تو یہی پیچ کی گھائی کا عرض ہوگا۔ اِس فاصلہ کی مقدار ۰٫۵ مِمر ہو اور قُرص ۱۰۰ مساوی حصوں میں منقسم ہو تو ظاہر ہے کہ قُرص کے ایک درجہ کی مقدار ۰٫۰۰۵ مِمر ہوگی۔ اِس آلہ سے کسی چیز کی گرویت ناپنے کا قاعدہ حسبِ ذیل ہے:-

آلہ کو کسی ایسی سطح پر رکھو جو ٹھیک مستوی ہو۔ شیشہ کا مسطح تختہ اِس مطلب کے لئے نہایت موزون ہے۔ پیچ کو نیچے کی طرف گھماؤ کہ اِس کی نوک عَین سطح کو چھو لینے کے موقع پر آ جائے (شکل ۱۲ء)۔ اِس موقع کی پہچان یہ ہے کہ کسی ایک پایہ کو انگوٹھے اور اُنگلی میں پکڑ کر آلہ کو نہایت نرمی کے ساتھ مرکزی نوک پر گھمانے کی کوشش کرو۔ مرکزی نوک حدِ مطلوب سے آگے نکلی ہوئی ہے تو آلہ فوراً گھوم جائیگا۔ اور اگر نوک مذکور ابھی سطح کو چھونے کی حد پر نہیں آئی تو تمہارا ہاتھ خود بخود محسوس کرلیگا کہ گھمانے میں مزاحمت پیش آرہی ہے۔ آلہ کو اِس طرح ترتیب دے کر پیمانہ اور قُرص کو پڑھ لو۔ پھر پیچ کو دور تک اوپر اُٹھالو

اور آلہ کو اُس چیز پر رکھو جس کی گُرویت کی پیمائش منظور ہے۔ اب پیچ کو گُھما کر نیچے لاؤ کہ اُس کی نوک عین سطح کو چھو لینے کے موقع پر آجائے۔ دیکھو اب قرص کا کونسا نشان عمودی پیمانہ کے کس درجہ کو چُھو رہا ہے۔ اِن دو مشاہدوں کے مقابلہ سے معلوم ہو جائیگا کہ پیچ کی نوک پایوں کی نوکوں کی سطح سے کتنی اوپر یا کتنی نیچے ہے۔ فرض کرو کہ تجربہ سے اِس فرق کی مقدار ا سمر معلوم ہوئی ہے۔

اب آلہ کو اُٹھا کر کسی پیمانہ پر رکھو اور اُس کے پایوں کی نوکوں کا درمیانی فاصلہ ناپ لو۔ فرض کرو کہ اِس فاصلہ کی قیمت ف سمر ہے۔ تو یہ گویا اُس مثلث متساوی الاضلاع کے ضلع کا طول ہے جس کے زاویوں پر آلہ کے پایوں کی نوکیں آتی ہیں۔

آلہ کے پایوں سے جو مثلث متساوی الاضلاع بنتا ہے اُس کے گردا گرد ایک دائرہ بنایا جائے تو ظاہر ہے کہ اُس کا نصف قطر $\frac{\text{ف}}{\text{۲ جب ۶۰}}$ یعنی $\frac{\text{ف}}{\sqrt{\text{۳}}}$ ہوگا۔ اب ذرا اِس بات پر غور کرو کہ جس چیز کی گُرویت ناپ رہے ہو وہ ایک کُرہ کا حصہ ہے۔ فرض کرو کہ اس کُرہ کا نصف قطر ن ہے۔ یہ ظاہر ہے کہ مثلث مذکور کی سطح نے کُرہ کے قطر کو دو حصوں میں بانٹ دیا ہے۔ ایک حصہ ا سمر ہے جس کی مقدار تم نے گُرویت پیما سے معلوم کی ہے۔ دوسرا حصہ بلاشبہ (۲ ن - ا) ہونا چاہیئے۔ اِس کُرہ میں ایک ایسا دائرہ تصور کرو جو مثلث مذکور

کے گرد کھینچے ہوئے دائرہ کے محیط اور قطر کے نقاطِ تقاطع میں سے گزرتا ہے ۔ تو اُقلیدس مقالہ سوم شکل ۳۵ کے رو سے

$$ا(۲ن - ۱) = \left(\frac{ف}{۲}\right)^{۲}$$

$$= \frac{ف^{۲}}{۴}$$

$$لہذا \quad ن = \frac{ف^{۲}}{۸ا} + \frac{۱}{۲}$$

کسی چیز کی صرف کُرویت ہی کا امتحان کرنا ہو تو اِس صورت میں آلہ کو اُس چیز کے مختلف مقامات پر رکھ کر ا کی قیمت معلوم کرنا چاہئے ۔ کُرویت کامل ہے تو ا کی قیمت مستقل ہوگی ۔

اِس آلہ کی مدد سے کسی چیز کی موٹائی بھی معلوم کرسکتے ہیں بشرطیکہ وہ چیز اِس کے پایوں کے اندر آجائے ۔ آلہ کی تصویر دیکھو ۔ اِس میں دائیں ہاتھ پر یہی صورت دکھائی گئی ہے ۔

فانہ نما پیمانہ ——— اِس پیمانہ سے گول سوراخ کی نلیوں کا اندرونی قطر معلوم کیا جاتا ہے ۔ اِس کی ایک سادہ سی صورت یہ ہے کہ مربعدار کاغذ یا دھات کی پتلی چادر سے ۱ سمر قاعدہ اور ۱۰ سمر ارتفاع کا قایم الزاویہ مثلث کاٹ لیا جائے



شکل ۱۳ ۔ فانہ نما پیمانہ کی بناوٹ

(شکل ۱۳)۔ پھر مثلث کے زاویۂ راس کو نلی میں یہاں تک گزار دو کہ مثلث کا کوئی مقام نلی کے پہلوؤں کو

قطردار چھونے لگے تو ارتفاع کا جتنا حصہ نلی کے اندر ہوگا اُس کا $\frac{1}{10}$ نلی کے قطر کو تعبیر کریگا - طالب علم تشابہ مثلثوں کے خواص جانتا ہے تو اِس نکتہ کو سمجھ لینا کچھ مشکل نہیں -

زاویوں کی پیمائش

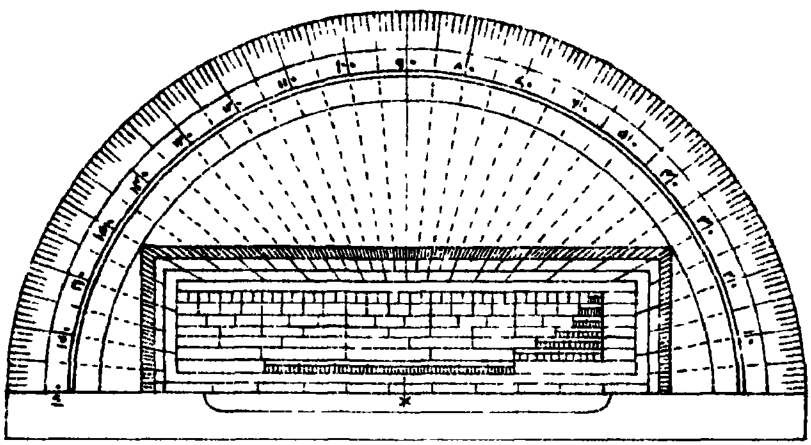
زاویہ کی اکائی ——— زاویوں کی پیمائش کے لئے عام قاعدہ یہ ہے کہ دائرہ کو ۳۶۰ مساوی حصوں میں تقسیم کرلیتے ہیں اور ہر حصہ کے مقابلہ میں دائرہ کے مرکز پر جو زاویہ بنتا ہے اُس کو ایک درجہ (°۱) کہتے ہیں - کسی دائرہ کے مرکز پر گھڑی کی طرح ایک سُوئی لگادی جائے اور اُس کو ایک گردشِ کامل کے $\frac{1}{360}$ حصہ میں گھمایا جائے تو ہم کہینگے کہ سُوئی نے ایک درجہ کا زاویہ طے کیا ہے - اِسی طرح سُوئی گردشِ کامل کی ایک چوتھائی گھوم جائے تو وہ نوّے درجہ کا زاویہ یا ایک زاویۂ قائمہ طے کریگی -

گھڑی کی دقیقہ والی سُوئی ایک گھنٹے میں ۳۶۰ درجے طے کرلیتی ہے - یا یوں کہو کہ چوتھائی گھنٹے میں نوّے درجے طے کرتی ہے - گھڑی کی جسامت خواہ کچھ ہی کیوں نہ ہو یہ بات ہرحالت میں صادق آتی ہے - اِس سے تم سمجھ سکتے ہو کہ زاویہ کی مقدار خطوں کے طول پر موقوف نہیں - ہر دائرہ میں ۳۶۰ درجے ہوتے ہیں - ہر زاویۂ قائمہ نوّے درجے کا ہوتا ہے - اِس سے ظاہر ہے کہ ہر دائرہ میں چار قائمے ہوتے ہیں - صحیح پیمائش میں

درجہ کے حصوں کی بھی ضرورت پڑتی ہے - اِس مطلب کے لئے درجہ کی کسریں حسبِ ذیل ہیں -

ایک درجہ (°۱) = ساٹھ دقیقہ (′۶۰)

ایک دقیقہ (′۱) = ساٹھ ثانیہ (″۶۰)



شکل ۱۴ - مستطیل اور نصف دائرہ نما گونیوں کی شکلیں

زاویوں کی پیمایش میں گونیہ سے کام لیا جاتا ہے - اِس آلہ کی دو شکلیں تصویر ۱۴ میں دکھائی گئی ہیں - سب سے سادہ شکل وہ ہے جس میں نصف دائرہ کو درجوں میں تقسیم کرلیتے ہیں - لیکن زیادہ رواج مستطیل شکل کا ہے - مستطیل شکل کے گونیہ پر درجوں کے نشان نصف دائرہ کی مدد سے لگاتے ہیں - تصویر پر غور کرو - اِس سے یہ مطلب بخوبی واضح ہوجائیگا -

وقت کا اندازہ

زمین کی گردش ——— سورج اور ستارے بظاہر آسمان میں روزانہ حرکت کرتے معلوم ہوتے ہیں۔یہ دراصل اِس بات کا نتیجہ ہے کہ زمین اپنے محور پر گردش کرتی ہے۔ سورج کے محل میں باقاعدہ تبدیلیاں ہوتی رہتی ہیں اور یہ تبدیلیاں ایک خاص دوران کے ساتھ وقوع میں آتی ہیں۔ سورج طلوع ہوتا ہے۔ پھر آسمان میں اوپر اُٹھتا آتا ہے یہاں تک کہ اپنی انتہائی بلندی پر پہنچ جاتا ہے۔ اِس کے بعد آہستہ آہستہ مغرب کی طرف ڈھلنے لگتا ہے اور آخرکار غروب ہو جاتا ہے۔ جب وہ اپنے بڑے سے بڑے ارتفاع پہ پہنچتا ہے تو زمین کے نصف کرۂ شمالی کے رہنے والوں کو بالائے سر ٹھیک جنوب کی طرف دکھائی دیتا ہے۔ اس موقع پر کہتے ہیں کہ سورج **سمت الراس** پر ہے۔ یا سورج **ارتفاعِ اعظم** پر ہے۔ سورج ارتفاعِ اعظم پر ہو تو اس وقت سے لے کر دوسرے روز اِس کے عین ارتفاعِ اعظم پر آنے تک جو مدّت صرف ہوتی ہے اُس کا نام "ظاہر روزِ شمسی" ہے۔ "ظاہر روزِ شمسی" کی مقدار بدلتی رہتی ہے۔ یہ نہیں ہوتا کہ تمام سال میں اُس کی مقدار غیر متغیر رہے۔

اوسط روزِ شمسی — سورج سے دن کی لمبائی کا حساب لگایا جائے تو مشکل یہ ہے کہ یہ لمبائی سال بھر بدلتی رہتی ہے۔ اِس لئے سال بھر کے دنوں میں سے کسی ایک دن کو وقت کا

معیار مقرر کیا جائے تو یہ صحیح نہ ہوگا کیونکہ باقی دن اِس معیار پر پورے نہ اُترینگے - لیکن اگر سال بھر کے دنوں کی لمبائی جمع کرلی جائے اور وقت کی یہ مجموعی مقدار سال بھر کے دنوں کی تعداد پر تقسیم کردی جائے تو اِس سے وقت کا ایک ایسا وقفہ حاصل ہوگا جس کی مقدار ہمیشہ یکساں رہتی ہے - اِس قسم کا دن جو بلا شبہ ایک موہوم مدت ہے اوسط روزِ شمسی کہلاتا ہے - روزِ شمسی کی مقدار چونکہ ہمیشہ بدلتی رہتی ہے اِس لئے اوسط روزِ شمسی کبھی روزِ شمسی سے بڑا ہوتا ہے کبھی چھوٹا اور کبھی دونوں برابر ہو جاتے ہیں - شمسی وقت کو ظاہر وقت کہتے ہیں - اور گھڑی کا وقت اوسط وقت کہلاتا ہے اِس لئے کہ ہم نے اوسط روزِ شمسی ہی کے حساب سے ہر رات دن کے چوبیس گھنٹے مقرر کر رکھے ہیں -

روزِ فلکی ـــــ سورج طلوع ہوتا ہے - پھر سمت الراس پر آتا ہے - پھر ڈوب جاتا ہے - یہی حال ستاروں کا بھی ہے - لیکن جب سورج سمت الراس پر آتا ہے تو اس وقت سے لے کر دوسرے روز سمت الراس پر آنے تک جو وقفہ ہے اُس کی مقدار ہمیشہ مستقل نہیں رہتی - ستاروں کا یہ حال نہیں - کوئی ستارہ سمت الراس پر آتا ہے تو اس وقت سے لے کر دوسرے روز اُس کے سمت الراس پر آنے تک کا وقفہ ہر موسم میں وہی رہتا ہے - اِس وقفہ کا نام روزِ فلکی ہے -

زمین کی گردشِ محوری کا وقت ـــــ زمین کی

گردشِ محوری کی وجہ سے ستارے آسمان میں بظاہر حرکت کرتے نظر آتے ہیں۔ ستاروں کی اس ظاہری حرکت کو نگاہ میں رکھ کر زمین کی گردشِ کامل کا وقت معلوم کرلینا کچھ مشکل نہیں۔ کوئی خاص ستارہ سمت الراس پر آئے تو دیکھو اس وقت سے لے کر دوسرے روز اس کے سمت الراس پر آنے تک کتنا وقت گزر جاتا ہے۔ یہی زمین کی گردشِ محوری کا وقت ہے۔ اس سے ظاہر ہے کہ روزِ فلکی اور زمین کی گردشِ محوری کی مدت ایک ہی چیز کے دو نام ہیں۔

اس بات کی ضرورت نہیں کہ کون سا ستارہ اس مطلب کے لئے منتخب کیا جائے۔ جس ستارہ کو چاہو انتخاب کرو۔ اس کے وقتِ دوران کی مقدار ہر حال میں وہی ہوگی۔

وقت کی اکائی ——— اوسط روزِ شمسی کی طرح روزِ فلکی کو بھی ساعتوں، دقیقوں، اور ثانیوں میں تقسیم کرتے ہیں۔ لیکن اوسط روزِ شمسی، روزِ فلکی سے چار دقیقہ زیادہ ہے۔ اس لئے وقت کی یہ دونوں اکائیاں قیمت میں مساوی نہیں۔ بنابریں اس بات کا فیصلہ ضروری ہے کہ دونوں میں سے کونسی اکائی پسند کی جائے۔ تمہیں اختیار ہے دونوں میں سے جس کو چاہو لے لو۔ لیکن اس بات کا خیال رکھو کہ ایک صورت میں تمہاری وقت کی اکائی اوسط روزِ شمسی پر مبنی ہوگی۔ دوسری صورت میں روزِ فلکی پر۔ اور ان دونوں کی قیمت میں فرق ہے۔ اس لئے دونوں صورتوں میں اکائی کی قیمت مختلف ہوگی۔ اکائی کی بناء اوسط روزِ شمسی پر رکھی جائے تو اس صورت میں اوسط ثانیۂ شمسی

کو اکائی سمجھنا ہوگا۔ اور اگر روزِ فلکی کو بنا مان لیا جائے تو ثانیۂ فلکی کو اکائی سمجھنا چاہئے۔ دونوں صورتوں میں ثانیہ یعنی وقت کی اکائی اپنے اپنے روز کا ۸۶۴۰۰ واں حصہ ہے۔

امورِ طبیعی کی تخمین میں اہلِ فن نے اتفاقِ رائے سے اوسط ثانیۂ شمسی کو وقت کی اکائی قرار دیا ہے۔ وہ آفتاب کو نقطۂ ثابت سمجھ کر دیکھتے ہیں کہ باضافتِ آفتاب، زمین اپنے محور پر ایک کامل گردش، بالاوسط کتنی مدت میں ختم کرتی ہے۔ یہی اوسط روزِ شمسی ہے۔ اِس سے اوسط ثانیۂ شمسی کی قیمت نکال لیتے ہیں اور اِسی کو اکائی کے طور پر استعمال کرتے ہیں۔

وقت کا اندازہ کرنے کے آلے ——— اِن میں زیادہ توجہ کے قابل اُن آلوں کو سمجھنا چاہئے جن سے حال کے زمانہ میں وقت کا اندازہ کیا جاتا ہے۔ یہ گھڑیاں اور گھنٹے ہیں۔ یہاں اِن آلوں کی پوری تفصیل کی گنجائش نہیں۔ اِس قدر لکھ دینا کافی ہوگا کہ اِن آلوں سے وقت کے وقفوں کا حساب اوسط روزِ شمسی کے رو سے ہوتا ہے۔ گھنٹے میں چال کو باقاعدہ رکھنے والی چیز رقاص ہے۔ اِس کی خاصیت یہ ہے کہ جب تک روئے زمین کے ایک ہی مقام پر رہے اِس کا وقتِ دوران ہمیشہ غیر متغیر رہتا ہے۔

سادہ رقاص ——— سادہ رقاص کی علمی تعریف یوں بیان ہوسکتی ہے کہ یہ ایک وزنی ذرہ ہے جو بے وزن تاگے سے لٹکا دیا گیا ہو۔ اِس تعریف کے شرائط پر غور کرو تو صاف سمجھ لوگے کہ اِن شرائط کا پورا ہونا ناممکن ہے۔ تاہم ایک

چھوٹا سا دھاتی کُرہ ایک نہایت باریک تاگے میں باندھ کر لٹکا دیا جائے تو ایک تقریبی سی صورت پیدا ہوسکتی ہے ۔ شکل ۱۵ میں اِسی قسم کے رقاص کی تصویر دکھائی گئی ہے ۔ اِس میں روئی کا مضبوط اور باریک تاگا ایک کاک کے محور میں سے گزارا گیا ہے اور کاک ایک شکنجہ میں کسا ہؤا ہے ۔ تاگے کے دوسرے سرے پر ایک **شاقُول** ہے ۔ یہ شاقول پیتل کا ایک چھوٹا سا ٹھوس کُرہ ہے جس کی ساخت میں اِس بات کا لحاظ رکھا گیا ہے کہ مرکزِ جاذبہ اُس کے مرکزِ ہندسی پر رہے ۔ اِس کُرہ میں ایک نہایت باریک سوراخ قطروار کرلیا گیا ہے۔

سوراخ کرنے میں اِس بات کا خیال رکھنا چاہیئے کہ ایک طرف کے سرے سے کچھ فاصلہ تک مقابلتہً زیادہ کشادہ رہے ۔

رقاص کو مرتب کرنے کے لئے تاگے کو شاقول میں اِس طرح ڈال دیتے ہیں کہ سوراخ کا کشادہ سرا نیچے کی طرف رہے ۔ پھر تاگے میں اِتنی موٹی گرہ لگا دیتے ہیں کہ سوراخ کے کشادہ حصہ میں بخوبی چلی جائے اور اُس کے تنگ حصہ میں گھُسنے نہ پائے ۔ تاگے کو پکڑنے کے لئے کاک استعمال کیا جائے تو نقطۂ تعلیق کی تعیین میں سہولت رہتی ہے اور



شکل ۱۵ ۔ سادہ رقاص

تاگے کو اوپر یا نیچے کی طرف کھینچ کر رقاص کا طول حسبِ ضرورت آسانی سے گھٹایا بڑھایا جاسکتا ہے۔

شکل پر غور کروگے تو بخوبی سمجھ لوگے کہ میٹری پیمانہ اور لکڑی کے کندے کی مدد سے رقاص کا طول کیونکر معلوم کرسکتے ہیں۔ رقاص کے طول کو یوں سمجھو کہ وہ تخمیناً، نقطۂ تعلیق سے شاقول کے مرکز تک کا فاصلہ ہے بشرطیکہ شاقول کا مرکزِ جاذبہ اُس کے مرکزِ ہندسی پر ہو۔ اب تم سمجھ سکتے ہو کہ شاقول کی ساخت میں اُس کے مرکزِ جاذبہ اور مرکزِ ہندسی کو ایک نقطۂ واحد پر رکھنا کیوں ضروری ہے۔ رقاص کا طول اِس طرح معلوم ہوسکتا ہے کہ نقطۂ تعلیق سے لےکر شاقول کے سب سے نیچے والے نقطہ تک کا فاصلہ ناپ لو اور اِس میں سے شاقول کا نصف قطر گھٹادو۔

تجربہ ۵۔ رقاص کا طول اور اُس کے اہتزاز کی شرح ——— پٹھے کے ٹکڑے پر پنسل سے ایک خط کھینچو اور پٹھے کو رقاص کے عین پیچھے اِس طرح رکھو کہ پنسل کا خط، عمودی سمت کے متوازی رہے۔ تم خود رقاص کے سامنے بیٹھ جاؤ۔ اور ایک آنکھ بند کرکے دیکھو۔ پٹھا ٹھیک ایسے موقع پر رہے کہ رقاص کا تاگا پنسل کے خط کو بخوبی چھپالے۔ آنکھ کو اِسی موقع پر رکھو اور رقاص کو شاقول سے پکڑکر اُس کے سکون کے محل سے دائیں یا بائیں طرف لے جاؤ۔ پھر اِس کو چھوڑ دو کہ جھولنے لگے۔ لیکن اِس بات کا خیال رکھو کہ اِس کے جھوتنے کا زاویہ چھوٹا رہے۔ یہ زاویہ ۵° سے بڑھنے نہ پائے تو نتیجہ صحیح رہیگا۔

اِس مقام پر تمہیں چند اصطلاحیں ذہن نشین کر لینی چاہئیں۔
رقاص کا تاگا پنسلی خط کے سامنے سے گزریگا تو اِس واقعہ کو ہم **مُرور** کہینگے۔

فرض کرو کہ مُرور بائیں طرف ہؤا۔ تو رقاص بائیں طرف اپنی انتہائی بلندی پر پہنچ کر پھر دائیں طرف لوٹیگا۔ اور خط کے سامنے سے ہوتا ہؤا دائیں طرف اپنی انتہائی بلندی پر پہنچ جائیگا۔ پھر یہاں سے لوٹ کر جب عین مُرور کے مقام پر آئیگا تو اِتنے چکر کو ہم رقاص کا ایک **اہتزاز** کہینگے۔

ایک اہتزازِ کامل میں جتنا وقت صرف ہوتا ہے اُس کا نام رقاص کا **وقتِ دوران** ہے۔

رقاص اہتزاز میں ہو تو ایک طرف کی انتہائی بلندی سے لے کر دوسری طرف کی انتہائی بلندی تک جو فاصلہ پڑتا ہے اُس کو **حیطۂ اہتزاز** کہینگے۔ یہ ظاہر ہے کہ اِس **حیطہ** کی مقدار زاویۂ اہتزاز پر موقوف ہوگی۔

رقاص جھونٹے کی ایک انتہا سے دوسری انتہا تک جائیگا تو یہ اُس کا ایک **ارتعاش** ہوگا۔

رقاص کو جھلادو اور ایک **چلر کُنی گھڑی** ہاتھ میں لے لو۔ رقاص عین مُرور میں ہو تو گھڑی کو چلادو۔ اور رقاص کے اہتزاز گنتے جاؤ۔ ۲۵ اہتزاز پورے ہوجائیں تو عین مرور کے وقت گھڑی کو روک لو۔ اب دیکھو گھڑی میں وقت کیا ہے۔ یہ وقت رقاص کے ۲۵ اہتزازوں میں صرف ہؤا ہے۔ اِس سے تم ایک اہتزاز کا وقت

نکال سکتے ہو - یہی تجربہ ایک مرتبہ اَور کرو - اِن دونوں تجربوں کے نتائج میں ۰۱ء۰ ثانیہ سے زیادہ کا تفاوت ہو تو سمجھو کہ تجربہ میں بے احتیاطی ہوگئی - اِس صورت میں تجربہ کو پھر دُہرانا پڑیگا -

رقاص کا طول ناپ لو - اور اُس کے طول کو بدل کر تجربہ کرو - دیکھو اب ایک اہتزازِ کامل کے لئے کتنا وقت درکار ہے - اِسی طرح رقاص کا **طول** بدل بدل کر اُس کے **اوقاتِ دوران** دریافت کرو - اور نتائج کو ذیل کے طور پر قلمبند کرلو -

طول	وقتِ دوران	$\sqrt{\text{طول}}$	$\frac{\sqrt{\text{طول}}}{\text{وقتِ دوران}}$

مربعدار کاغذ پر رقاص کے **طول** اور اُس کے **وقتِ دوران** کو تعبیر کرنے کے لئے حسبِ قاعدہ ایک مُنحنی تیار کرو - اِسی طرح $\sqrt{\text{طول}}$ اور **وقتِ دوران** یا **طول** اور $(\text{وقتِ دوران})^2$ کے لئے بھی ایک منحنی بناؤ - پھر اِن منحنیوں کو دیکھ کر رقاص کے طول اور وقتِ دوران کا تعلق معلوم کرو -

ذیل کے مشاہدات ایک سادہ رقاص کے تجربہ سے لئے گئے ہیں جو طریقۂ بالا کے مطابق بنایا گیا تھا -

طول	وقتِ دوران	طول	وقتِ دوران
۲۰ سم	۰٫۴۵ ثانیہ	۸۰ سم	۰٫۹۴ ثانیہ
۳۰ "	۰٫۵۵ "	۹۵ "	۰٫۹۸ "
۴۲ "	۰٫۶۵ "	۱۰۲ "	۱٫۰۱ "
۵۵ "	۰٫۷۴ "	۱۱۵ "	۱٫۰۷ "
۷۰ "	۰٫۸۳۵ "	۱۳۰ "	۱٫۱۴ "

شکل ۱۶ پر غور کرو۔ اِس میں یہ دکھایا گیا ہے کہ اِن مشاہدوں سے مُنحنی کس طرح تیار کرنا چاہئے۔ اِس میں م لا اور م ما دو محور علی القوائم کھینچے گئے ہیں۔ م اِن کا نقطۂ تقاطع ہے۔ اِس نقطہ کو تعبیرِ ترسیمی کی اصطلاح میں مبدأ کہتے ہیں۔ سہولت کے لئے مبدأ کو مربعدار کاغذ کے دائیں ہاتھ کے نچلے کونے کے قریب رکھنا چاہیئے۔ خط م لا کو فصلہ اور خط م ما کو معیّن کہتے ہیں۔ موجودہ تجربہ کے لئے م لا پر کا اُفقی پیمانہ طولِ رقاص کی تعبیر کے لئے اور م ما پر کا عمودی پیمانہ وقتِ دَوران کی تعبیر کے لئے انتخاب کرلیا گیا ہے۔

شکل میں م لا کا ہر درجہ ۲ سم کو اور م ما کا ہر درجہ ۰٫۰۲ ثانیہ کو تعبیر کرتا ہے۔ عام طور پر دونوں پیمانوں کے درجوں کی مقدار ایسی رکھنا چاہیئے کہ دونوں



شکل ع۱۱ ۔ سادہ رقاص کے طول اور وقتِ دوران کے رشتے کی ترسیمی تعبیر۔

پیمانوں کے طول جن سے مشاہدوں کی تعبیر میں کام لینا ہے تقریباً برابر رہیں۔ علاوہ بریں کاغذ کی وسعت کا لحاظ بھی ضروری ہے۔

مشاہدہ میں پوری احتیاط مدِنظر رکھ لینے پر بھی کچھ نہ کچھ غلطی ضرور ہو جاتی ہے۔ پھر ہمارا آلہ بھی ایک سادہ سا آلہ ہے۔ اِس لئے اِس آلہ کی ذات سے بھی غلطی کا سرزد ہونا خلافِ توقع نہیں۔ پھر یہ بھی ممکن ہے کہ مربعدار کاغذ میں کچھ بے قاعدگی ہو۔ یہ سب باتیں نگاہ میں ہوں تو اِس بات کی توقع نہیں ہوسکتی کہ تمام مشاہدے عین اُس منحنی پر

منطبق ہونگے جو نظری طور پر صحیح نتائج کی تعبیر ہونا چاہیئے۔لہذا اُن نقطوں کا نشان لے لینے کے بعد جو مربعدار کاغذ پر ہمارے مشاہدوں کا جواب ہیں، منحنی کا خط اِس طرح کھینچنا چاہیئے کہ حتی الامکان ہر نقطہ تقریباً اِس خط پر رہے۔

تجربہ ۵۔ حیطۂ اہتزاز ـــــــــــ رقاص کی گولی کو کھینچ کر ایک طرف لے جاؤ، یہاں تک کہ اُس کا تاگا نقطۂ تعلیق سے کھینچے ہوئے عمودی خط کے ساتھ ۲° کے قریب زاویہ پیدا کردے۔پھر گولی کو چھوڑ دو کہ رقاص جھولنے لگے۔ دیکھو اُس کا وقتِ دوران کیا ہے۔ اِس کے بعد گولی کو عمودی خط سے صرف اِتنا ہٹاؤ کہ اُس کے تاگے سے عمودی خط کے ساتھ پیدا ہونے والا زاویہ تین چار درجہ سے زیادہ نہ ہو۔ دیکھو اِس صورت میں وقتِ دوران کیا ہے۔

دونوں نتیجوں کے مقابلہ سے معلوم ہوگا کہ وقتِ دوران، اہتزاز کے حیطہ پر موقوف نہیں۔

اب زاویۂ اہتزاز کی مقدار ۳۰°، ۴۰°، ۵۰°، ۶۰°، رکھ کر یہی تجربے کرو اور ہر تجربہ سے جو مقدمات حاصل ہوں اُن سے رقاص کا وقتِ دوران نکالو۔ پھر نتائج کا مقابلہ کرو تو تم دیکھوگے کہ حیطۂ اہتزاز کے ساتھ وقتِ دوران کی مقدار بھی بدل جاتی ہے۔

تجربہ ۶۔ رقاص کی گولی کی کمیت ـــــــــــ

مساوی جسامت اور مشابہ شکل کی مختلف کمیت کی گولیاں لو۔ اور تاگے کی لمبائی یکساں رکھ کر ہر رقاص کا وقتِ دوران معلوم کرو۔دیکھو کمیت

کی خاص حدوں کے اندر اندر گولی کی کمیت، مادہ کا، رقاص کے وقتِ دوران پر کچھ اثر نہیں۔

اِن نتیجوں کی بنا پر ہم ذیل کا کلیہ قائم کرسکتے ہیں:—

رقاص کے طول میں فرق نہ آئے اور اُس کا زاویۂ اہتزاز چھوٹا سا ہو تو اس کا وقتِ دوران ہمیشہ مستقل رہتا ہے۔

پہلی فصل کی مشقیں

۱۔ ۱ کلو میٹر کو گزوں، فٹوں اور اِنچوں میں تحویل کرو۔

۲۔ ۶۷۸۰۰ سمر طول کی رسی میں سے ۲٫۸ میٹر لمبے کتنے ٹکڑے کاٹے جاسکتے ہیں؟ کتنی رسی باقی بچ رہیگی؟

۳۔ پارے کے کسی اُستوانہ کی بلندی ۷۶۰ مم ہو تو اِنچوں میں اُس کی کیا قیمت ہوگی؟

۴۔ ۱ مِمر ۱ اِنچ کی، ۱ دِمر ۱ فٹ کی، اور ۱ سمر ۱ اِنچ کی کونسی کسر ہے؟

۵۔ اِس صفحہ کی لمبائی اِنچوں اور سنتی میٹروں میں معلوم کرو اور نتیجوں کا مقابلہ کرکے دیکھو کہ ایک اِنچ میں کتنے سنتی میٹر آتے ہیں۔

۶۔ طول کی اِکائی سے کیا مراد ہے؟ اِس قسم کی اِکائی کا تعین کیوں ضروری ہے؟

۷۔ ایک دائرہ بناؤ اور اُس کے محیط اور قطر کی پیمائش کرو۔ دیکھو محیط، قطر کا کے گُنا ہے؟

۸۔ کسی اُستوانہ کا محیط اور قطر ناپو۔ پھر حساب لگاکر دیکھو کہ

قطر کو محیط سے کیا نسبت ہے۔

۹- ایک ایسا کسر پیما تیار کرو کہ پیمانہ کے عُشرِ درجہ تک کام دے سکے۔

۱۰- ایک خانہ نما پیمانہ بناؤ جس سے کسی چھوٹی سی نلی کا قطر ناپ سکیں۔

۱۱- ایک مثلث بناؤ اور اُس کے ہر زاویہ کی قیمت دریافت کرو۔ دیکھو تینوں زاویوں کا مجموعہ کیا ہے۔

۱۲- دو متقاطع خط کھینچو۔ اِس سے چار زاویئے پیدا ہونگے۔ اِن چاروں زاویوں کو ناپ لو اور اُن کی مجموعی قیمت معلوم کرو۔

۱۳- ظاہر روزِ شمسی اور اوسط روزِ شمسی میں کیا فرق ہے؟

۱۴- وقت کی اِکائی کیا ہے اور زمین کی گردشِ محوری سے اِس کو کیا تعلق ہے؟

۱۵- سادہ رقاص کی تشریح کرو۔ بتاؤ اِس کے طول اور وقتِ دوران میں کیا تعلق ہے۔

۱۶- "وقتِ فلکی" اور "اوسط وقت" میں کیا فرق ہے؟

۱۷- رقاص کے متعلق اصطلاحات مندرجہ ذیل کی تشریح کرو:-

(ا) اہتزاز

(ب) حیطۂ اہتزاز

(ج) وقتِ دَوران

(د) ارتعاش

۱۸- رقاص کے وقتِ دوران اور حیطۂ اہتزاز میں کیا تعلق ہے؟ رقاص کے طول اور وقتِ دَوران کا تعلق بیان کرو۔

۱۹۔ ۱۰۰ سمر لمبے رقاص کا وقتِ دوران ۹ ثانیہ ہے۔ اِس کے حیطۂ اہتزاز کو دوچند کردیا جائے تو اِس صورت میں وقتِ دوران کیا ہوگا؟ گولی کا وزن دو چند ہو جائے تو اِس کا وقتِ دوران پر کیا اثر ہوگا؟ وقتِ دوران $\frac{۹}{۴}$ ثانیہ ہو تو اِس صورت میں رقاص کا طول کیا ہوگا؟

دوسری فصل

رقبہ کی پیمائش

رقبہ ـــــــ رقبہ یعنی کسی سطح کی **وسعت** معلوم کرنا ہو تو یہی کافی نہیں کہ اُس کی کسی ایک طرف کی لمبائی ناپ لی جائے ۔ اِس مطلب کے لئے دو لمبائیوں کی ضرورت ہے۔یعنی جس سطح کا رقبہ مطلوب ہے اُس کے طول اور عرض دونوں کا علم ہونا چاہیئے ۔ رقبہ کی پیمائش میں اِکائی کا تعین ایک اختیاری امر ہے۔ مثلاً کاغذ کا تختہ لے کر ہم کسی میز کے تختہ کا رقبہ ناپ سکتے ہیں۔اِس صورت میں ہم یوں کہینگے کہ تختۂ میز کی وسعت کو ڈھک لینے کے لئے کاغذ کے ایسے ایسے اِتنے تختے درکار ہیں۔ کاغذ کے تختوں کو میز پر ترتیب دینے سے جو قطاریں پیدا ہونگی اُن کی تعداد کو ہر قطار کے کاغذی تختوں کی تعداد سے ضرب کرو تو اِس سے معلوم ہو جائیگا کہ تختۂ میز کے رقبہ میں ایسی اِکائیوں کی کیا تعداد ہے۔ لیکن اِس بات کو یاد رکھنا چاہئیے کہ اِس طرح مقرر کی ہوئی اِکائی محض اناپ شناپ ہوگی۔ یہ ضروری نہیں کہ باقی دنیا کو بھی اِس سے اتفاق ہو۔رواج کی عمومیت کے لئے ضروری ہے کہ اکائی کے تعین میں اجتماعِ

عام کا لحاظ رکھا جائے۔ طول کی اِکائیاں مقرر ہیں اور رقبہ کی پیمائش میں بھی طول ہی اصلی بنانے کار ہے۔ اس لئے رقبہ کی اکائیوں کو بھی طول ہی کی اِکائیوں سے لینا چاہئے۔ چنانچہ مربع فٹ اور مربع سنتی میٹر کو رقبہ کی اکائی مان لیا گیا ہے۔

تجربہ ۶ —— **رقبہ کے انگریزی اور میتری پیمانے۔**

کاغذ پر ایک مربع دِسی میتر بناؤ۔ اور اُس کو مربع سنتی میتروں میں تقسیم کرو۔ پھر گِن کر ثابت کرو کہ مربع مذکور کا رقبہ اُس کے طول اور عرض کے حاصلِ ضرب کے مساوی ہے۔ پھر دو تین مستطیل بناؤ اور اِسی قاعدہ سے اُن کا رقبہ بھی معلوم کرو۔ مربع اور مستطیلوں کا رقبہ، مربع اِنچوں اور مربع سنتی میتروں میں دریافت کرو اور اپنے نتیجوں کا مقابلہ کرکے دیکھو کہ ایک مربع اِنچ میں کے مربع سنتی میتر آتے ہیں۔ مثلاً

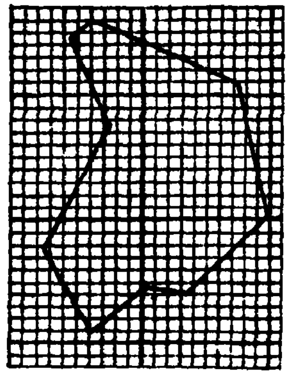
کسی دئے ہوئے مستطیل کا رقبہ مربع اِنچوں میں۔	اُسی مستطیل کا رقبہ مربع سنتی میتروں میں۔	$\dfrac{\text{مربع سنتی میتروں کی تعداد}}{\text{مربع انچوں کی تعداد}}$

ا اِنچ = ۲ء۵۴ سمر۔ اِس رشتہ سے اپنے نتائج کی تصدیق کرو۔

اغلاطِ مشاہدہ —— طالب علم کو یہ بات یاد رکھنی چاہئے کہ طول کی پیمائش میں کچھ نہ کچھ غلطی ضرور رہ جاتی ہے۔ پھر ظاہر ہے کہ اِس طرح معلوم کئے ہوئے دو طولوں کو باہم

ضرب کیا جائے تو غلطیاں بھی باہم ضرب کھا جائینگی - اور رقبہ میں غلطی کی مقدار بہت زیادہ ہو جائیگی - مثلاً انچ لمبے خط کو ملی میٹروں کے پیمانہ سے ناپا جائے تو اُس کا طول ۲٫۵۴ سمر معلوم ہوگا - لیکن اِس بات کو بھولنا نہ چاہیئے کہ اِس رقم میں آخری عدد محض تخمینی ہے - چنانچہ دوسری مرتبہ دیکھنے میں وہی طول ۲٫۵۵ سمر معلوم ہو تو یہ نتیجہ بھی ویسا ہی قابلِ اعتماد نظر آئیگا - اِس صورت میں غلطی کا امکان ۲۵۰ میں ۱ یعنی ۰٫۴ فی صدی ہوگا - لیکن اِس قسم کے مشاہدوں سے جب مربع انچ کا رقبہ دریافت کیا جائیگا تو حساب سے ایک صورت میں ۶٫۴۵۱۶ مربع سمر اور دوسری صورت میں ۶٫۵۰۲۵ مربع سمر نکلیگا - اور غلطی کا امکان تقریباً ۶۵۰ میں ۵ یعنی ۰٫۷۵ فی صدی ہو جائیگا - اِس سے تم سمجھ سکتے ہو کہ غلطی کا امکان کس قدر بڑھ گیا ہے - ظاہر ہے کہ اِن نتیجوں میں تیسرے عدد سے آگے جتنے عدد ہیں وہ قطعاً ناقابلِ اعتماد ہیں - اِس لئے کسی تجربہ کا نتیجہ بیان کرنا ہو تو اِنہیں اُس میں داخل نہ کرنا چاہیئے -

غیر منتظم رقبوں کی پیمائش —— ذیل کے تجربہ سے معلوم ہوجائیگا کہ اِس مطلب کے لئے مربعدار کاغذ کیونکر کام دے سکتا ہے -



شکل ۱۳۔ غیر منتظم شکل کے رقبہ کی تخمین۔

تجربہ ۹ —— مربعدار کاغذ سے رقبوں کی پیمائش

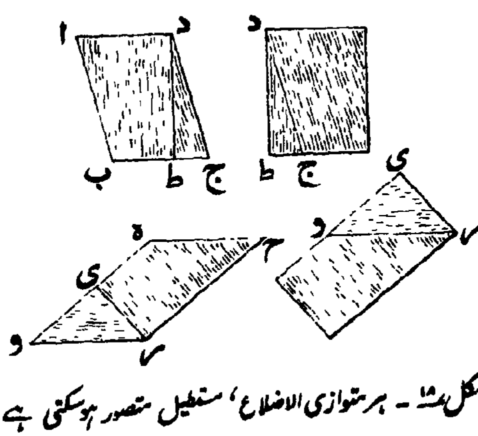
شکل ۱۳ کو دیکھو۔ یہ ایک مربعدار کاغذ کی تصویر ہے۔ اِس پر کوئی غیر منتظم شکل بناؤ۔ اِس بات کو احتیاط سے دیکھ لو کہ ہر چھوٹے مربع کا رقبہ کیا ہے۔ عموماً اِس قسم کے کاغذ زیادہ تر استعمال ہوتے ہیں جن میں ہر چھوٹے مربع کا رقبہ ۱/۱۰۰ مربع اِنچ رکھتے ہیں۔ گِن کر دیکھو کہ شکل کے اندر گھِرے ہوئے چھوٹے کامل مربعوں کی تعداد کیا ہے۔ جن مربعوں کو شکل کی حدوں نے کاٹ دیا ہے اُن میں سے جو نصف تک کٹے ہوئے ہیں اُن کو محسوب کرلو اور جن کا نصف سے کم حصہ شکل کے اندر آتا ہے اُن کو نظر انداز کردو۔ اِس طرح حساب لگاکر دیکھو کہ شکل ۱۳ کا رقبہ ۲ مربع اِنچ سے کتنا کم یا کتنا زیادہ ہے۔

اگر تمہیں ترازو کا استعمال آتا ہے تو نتیجہ کی یوں تصدیق ہوسکتی ہے کہ مربعدار کاغذ میں سے رقبۂ مذکور کاٹ لو اور اُسی کاغذ سے ایک اور ٹکڑا دو اِنچ مربع کاٹو۔

پھر اِن دونوں کاغذوں کا وزن کرلو۔ دونوں کے رقبے اپنے وزنوں کے متناسب ہونگے۔

اشکالِ ہندسی کی مساحت

تجربہ نمبر ۱ ــــــ متوازی الاضلاع۔ پٹھے کے ٹکڑے سے ا ب ج د اور ہ و س ح دو متوازی الاضلاع کاٹو۔ د سے ب ج پر اور س سے ہ و پر عمود کھینچو۔ د ج ط اور س و ی دونوں مثلثوں کو کاٹ لو۔ اور دونوں کو اپنے اپنے متوازی الاضلاع کے ساتھ اِس طرح رکھو کہ دونوں متوازی الاضلاع مستطیل بن جائیں۔



شکل نمبر ۱۔ ہر متوازی الاضلاع، مستطیل متصور ہوسکتی ہے۔

ظاہر ہے کہ مثلث کا محل کہیں بھی ہو، کمل شکل کا رقبہ ہر صورت میں وہی رہیگا۔ دوسرے لفظوں میں اِس نتیجہ کو ہم یوں بیان کرسکتے ہیں کہ متوازی الاضلاع اور مستطیل کے قاعدے اور ارتفاع مساوی

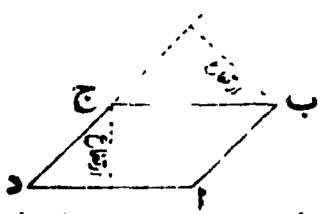
ہوں تو اُن کے رقبے بھی مساوی ہونگے - مستطیل کا رقبہ جیسا کہ ہم پہلے دکھا چکے ہیں اُس کے طول (قاعدہ) اور عرض (ارتفاع) کا حاصلِ ضرب ہے۔لہذا

متوازی الاضلاع کا رقبہ = قاعدہ × ارتفاع

اِس مسئلہ کا امتحان ذیل کے تجربہ سے ہو سکتا ہے:-

تجربہ ۱۱ ——— مربعدار کاغذ پر ا ب ج د (شکل ۱۹) ایک متوازی الاضلاع بناؤ۔ مربعوں کو گنو اور دیکھو اس کا رقبہ کے مربع سم ہے

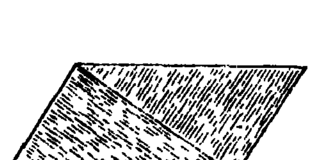
پہلے ا د کو قاعدہ مانو۔



شکل ۱۹ - متوازی الاضلاع کے رقبہ کی پیمائش۔

پھر ج د کو۔ دونوں صورتوں میں قاعدہ اور ارتفاع کو ناپ کر رقبہ معلوم کرو اور اِس سے اپنے پہلے نتیجہ کی تصدیق کرلو۔

تجربہ ۱۲ ——— **مثلث**۔ کاغذ پر ایک متوازی الاضلاع بناؤ اور اُس کو ایک کونے سے دوسرے کونے تک کاٹ کر دو حصوں میں بانٹ دو۔ اب تمہارے پاس دو مثلث ہیں - ایک کو دوسرے پر رکھ کر دیکھو تو معلوم ہوگا کہ دونوں ایک دوسرے کے برابر ہیں۔ یعنی اُن کا رقبہ مساوی ہے (شکل ۲۰) - مختلف صورتوں کے متوازی الاضلاع بنا کر یہی تجربہ کرو۔



شکل ۲۰ - متوازی الاضلاع کی تقسیم دو مثلثوں میں۔

تم دیکھ چکے ہو کہ

متوازی الاضلاع کا رقبہ = قاعدہ × ارتفاع

اور مثلث، متوازی الاضلاع کا نصف ہے - لہذا

$$\text{مثلث کا رقبہ} = \frac{\text{قاعدہ} \times \text{ارتفاع}}{۲}$$

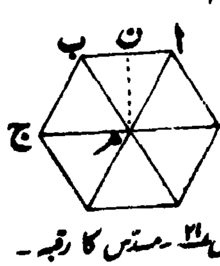
تجربہ ۱۳ ــــــ مربعدار کاغذ پر ا ب ج ایک ثلث بناؤ اور مربعوں کو گن کر اِس کا رقبہ معلوم کرو ۔

صحتِ نتیجہ کی اِس طرح تصدیق کرو کہ قاعدہ اور ارتفاع کو پ کر مثلث کا رقبہ نکالو ۔ اِس میں پہلے ب ج کو، پھر ا ج کو، ر ا ب کو قاعدہ مان کر عمل کرنا چاہیئے ۔

تجربہ ۱۴ ــــــ **ذُوار بعتہ الاضلاع** ۔ مربعدار اغذ پر کوئی چار ضلعوں کی غیر منتظم شکل بناؤ اور مربعوں کو گن کر س کا رقبہ معلوم کرو ۔

کوئی سے دو مقابل کے زاویوں کو مِلا کر شکل کو دو ثلثوں میں تقسیم کردو اور حساب لگاکر ہر مثلث کا رقبہ معلوم رو ۔ اِن دو رقبوں کا مجموعہ اُس رقبہ کے مساوی ہونا چاہیئے جو نے مربعدار کاغذ سے معلوم کیا ہے ۔

تجربہ ۱۵ ــــــ **مُسدّس** ۔ ایک منتظم مسدّس کو ساوی مثلثوں میں بانٹ دو (شکل ۲۱)۔ اِن مثلثوں میں سے ن ایک مثلاً ا م ب کا رقبہ معلوم کرو ۔ یہ رقبہ م ن × $\frac{۱}{۲}$ ا ب کے مساوی گا ۔ اِسی طرح م ب ج کا رقبہ ۔ ن × $\frac{۱}{۲}$ ب ج کے مساوی ہے ۔ لہذا



شکل ۲۱ ۔ مسدّس کا رقبہ ۔

مُسدّس کا رقبہ = م ر ن × قاعدوں کا مجموعہ / ۲

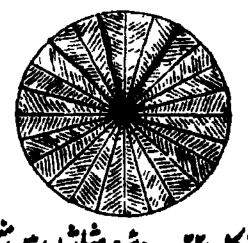
= م ر ن × گھیر کا طول / ۲

یہ قاعدہ ہر منتظم کثیر الاضلاع پر جاری ہوتا ہے۔ کسی کثیر الاضلاع شکل کے ضلعوں کی تعداد بڑھتے بڑھتے لا انتہا ہو جائے تو ظاہر ہے کہ شکلِ مذکور بالآخر دائرہ کی شکل اختیار کرلیگی۔ اِس صورت میں م ر ن' دائرہ کا نصف قطر ہوگا اور گھیر' دائرہ کا محیط۔ لہذا

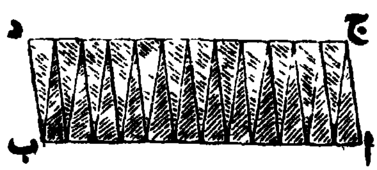
دائرہ کا رقبہ = نصف قطر × محیط / ۲

اِس مسئلہ کی توجیہ حسبِ ذیل ہے:—

تجربہ ۱۶ ——— دائرہ۔ ایک پٹھے کا ٹکڑا لےکر اُس میں سے تقریباً چار اِنچ قطر کا گول قرص کاٹو۔ پھر جیسا کہ شکل ۲۲ میں دکھایا گیا ہے اِس قرص کو چھوٹے چھوٹے مثلثوں میں تقسیم کردو۔ دائرہ کا رقبہ بلا شبہ اِن مثلثوں کے مجموعی رقبہ کے مساوی ہوگا۔



شکل ۲۲ ۔ دائرہ مثلثوں میں منقسم۔



شکل ۲۳ ۔ یہ شکل دائرہ نما قرص سے کاٹے ہوئے مثلث جوڑ کر بنائی گئی ہے۔

مثلثوں کو کاٹ کر اِس طرح ترتیب دو جیساکہ شکل ۲۳ء میں دکھایا گیا ہے - پھر اِس شکل کو متوازی الاضلاع مان کر اِس کا رقبہ معلوم کرو -

ب د دائرہ کے نصف قطر کا طول ہے اور ا ب اُس کے نصف محیط کا طول - اور چونکہ اِس شکل کا رقبہ اصلی دائرہ کے رقبہ کے مساوی ہے اِس لئے ہم کہہ سکتے ہیں کہ دائرہ کا رقبہ نصف قطر اور نصف محیط کے حاصلِ ضرب کے مساوی ہے - اِس بات کو یاد رکھنا چاہئے کہ اِس تجربہ سے قاعدۂ مذکور کا صرف ایک تخمینی ثبوت پیدا ہوتا ہے -

چونکہ محیط = ۲ × ۲۲/۷ × نصف قطر

لہٰذا دائرہ کا رقبہ = نصف قطر × (۲ × ۲۲/۷ × نصف قطر)/۲

= نصف قطر × (۲۲/۷ × نصف قطر)

= ۲۲/۷ × (نصف قطر)^2

تجربہ ۱۵ ــــــ نصف قطر پر مربع -

مربعدار کاغذ پر تقریباً ۵ سم نصف قطر کا دائرہ بناؤ - پھر اِس دائرہ کے کسی نصف قطر پر ایک مربع تیار کرو - دائرہ کا رقبہ اِس طرح معلوم کرو کہ کاغذ کے نصف دائرہ میں مربعوں کی تعداد گِن کر اُن کے مجموعہ کو ۲ سے ضرب کرلو - نصف قطر پر جو مربع تم نے تیار کیا ہے اُس کا بھی رقبہ معلوم کرلو -

ایک اور اِس سے بڑے نصف قطر کا دائرہ بناؤ اور

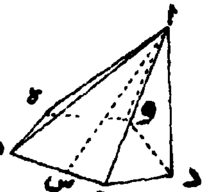
اس پر بھی وہی عمل کرو ۔ نتائج کو ذیل کے طور پر قلمبند کرلو:۔

دائرہ کا رقبہ	(نصف قطر)^۲ کا رقبہ	دائرہ کا رقبہ / (نصف قطر)^۲ کا رقبہ

آخری خانہ میں جو تناسب ہے اُس کو ایک مستقل مقدار ہونا چاہیئے ۔ چنانچہ تم دیکھوگے کہ اِس مقدار کی قیمت ہر حال میں وہی رہتی ہے جو تم نے تجربہ ۱۶ میں معلوم کی تھی ۔

مجسّمات کی سطحوں کا رقبہ

مینار ــــــ فنِ ہندسہ میں مینار اُس مجسّم کا نام ہے جو کسی مسطح کثیر الاضلاع قاعدہ پر کھڑا ہو اور اُس کے پہلوؤں کی سطحیں چوٹی پر پہنچ کر سب کی سب ایک نقطۂ واحد پر مل جائیں۔ اِس نقطہ کو مینار کا راس کہتے ہیں ۔ اور سطحیں جو راس پر جاکر مل جاتی ہیں وہ مینار کے پہلو ہیں۔ یہ ظاہر ہے کہ پہلوؤں کی سطحیں مثلث نما ہونگی۔ شکل ۱۲ میں ایک مینار کی تصویر دکھائی گئی ہے۔ اِس میں ا مینار کا راس ہے اور ب ج د ھ و اُس کا قاعدہ۔ مطلوب یہ ہے کہ ا ب ج ، ا ج د ، ا د ھ وغیرہ



شکل نمبر ۲۳۔ مینار کے پہلوؤں کی سطح

اِس کے تمام پہلوؤں کا مجموعی رقبہ دریافت کیا جائے۔

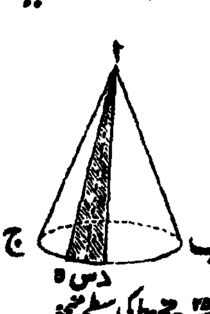
ب ج پر ا س عمود کھینچو اور مثلث ا ب ج کا رقبہ ($\frac{1}{2}$ ا س × ب ج) معلوم کرو۔ اِسی طرح ہر مثلث نما پہلو کا رقبہ معلوم کرتے جاؤ۔ اور آخر میں سب پہلوؤں کے رقبوں کو جمع کرلو۔

خط ا س کو، پہلو ا ب ج کا ارتفاعِ مائل کہتے ہیں۔

مینار منتظم ہو تو پہلوؤں کی تمام مثلث نما سطحیں بہرکیف مساوی ہونگی۔ اِس لئے ا س کی طرح کھینچے ہوئے عمود بھی مساوی ہونگے۔ اِس صورت میں مجموعی رقبہ $\frac{1}{2}$ ا س (ب ج + ج د + ۰۰۰۰) ہوگا۔ یا یوں کہو کہ

مینار کے پہلوؤں کی مجموعی سطح = $\frac{1}{2}$ ارتفاعِ مائل × قاعدہ کا گھیر

مخروط کی سطحِ منحنی — مینار کے پہلو گول ہو جائیں تو اِس صورت میں جو مجسّم پیدا ہوگا اُس کو فنِ ہندسہ میں مخروط کہتے ہیں۔ ظاہر ہے کہ اِس صورت میں مخروط کا قاعدہ دائرہ کی شکل پر ہوگا۔



شکل نمبر ۲۵۔ مخروط کی سطحِ منحنی

شکل ع ۲۵ میں مخروط کی تصویر دکھائی گئی ہے۔ فرض کرو کہ اس میں د ہ، قاعدہ ب ج د ہ کا ایک چھوٹا سا جزء ہے۔ س اس جزء کا نقطۂ تنصیف ہے۔ د ہ نہایت چھوٹا ہو تو ہم تخمیناً اس کو مستقیم مان سکتے ہیں۔ اس صورت میں ا د ہ ایک مسطح مثلث متساوی الساقین اور ا س اس کا عمودی ارتفاع ہوگا۔ د ہ نہایت چھوٹا ہو تو ہمارے مفروضہ مثلث ا د ہ کا رقبہ، مخروط کی اس منحنی سطح پر منطبق ہوگا جو خطوط ا د، ا ہ اور قوس د ہ سے گھری ہوئی ہے۔

فرض کرو کہ اس دائرہ کی شکل کے تمام قاعدہ کو د ہ کے مشابہ چھوٹے چھوٹے اجزا میں، اور مخروط کی سطح منحنی کو ا د ہ کے مشابہ چھوٹے چھوٹے مثلثوں میں، تقسیم کردیا گیا ہے۔ اس صورت میں ہر مثلث کا ارتفاع، ا س کے مساوی ہوگا جو مخروط کا ارتفاعِ مائل ہے۔ لہذا

ان تمام مثلثوں کا مجموعی رقبہ = $\frac{1}{2}$ ا س × قاعدوں کا مجموعہ۔

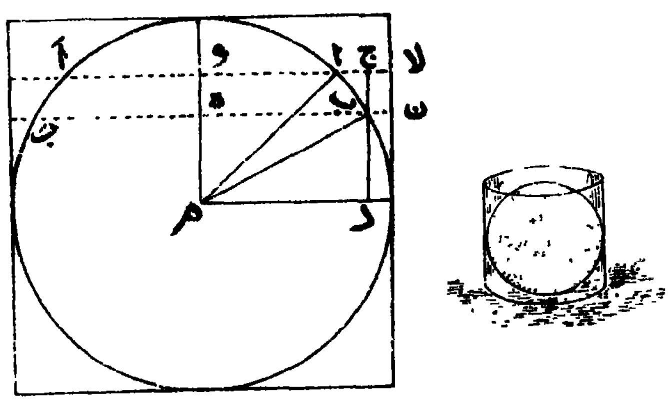
ہر قاعدہ کا طول نہایت خفیف ہو تو ظاہر ہے کہ ان قاعدوں کا مجموعہ، قاعدۂ مخروط کے مجموعی گھیر کے مساوی ہوگا۔ لہذا

مخروط کی سطحِ منحنی کا رقبہ = $\frac{1}{2}$ ا س × قاعدۂ مخروط کا گھیر

= $\frac{1}{2}$ ارتفاعِ مائل × محیطِ قاعدہ

کُرہ ــــــ شکل ع ۲۶ میں ایک کرہ کی تصویر

دکھائی گئی ہے جس کے گردا گرد ایک اُستوانہ ہے۔ اُستوانہ کا قطر اور اِرتفاع دونوں، قطرِ کُرہ کے مساوی ہیں۔ اِس بات کو ثابت کردینا کچھ مشکل نہیں کہ کُرہ کی سطح، اُستوانہ کی سطحِ منحنی کے برابر ہے۔ شکل میں نقطہ دار خط، دو اُفقی تراشوں کو تعبیر کرتے ہیں۔ ہم ثابت کرسکتے ہیں کہ اِن اُفقی تراشوں کے بیچ میں کرہ کا جو منطقہ پڑتا ہے جس کی ایک تراش



شکل ۲۶ ۔ کُرہ اور اُس کا پیرامونی اُستوانہ

ا ب ہے اُس کا رقبہ، اُستوانہ کے منطقہ لا ن کے رقبہ کے مساوی ہے۔ چنانچہ تراش کے محل ایک دوسرے کے نہایت قریب ہوں تو

ا ب تقریباً خطِ مستقیم ہوگا۔

اِس لئے ہم مان سکتے ہیں کہ خط ا ب، نقطہ ب کے خطِ مماس پر منطبق ہے۔

لہٰذا زاویہ م ب ا زاویۂ قائمہ ہے۔
بنابریں زاویہ م ب ۃ = زاویہ ا ب ج
لیکن زاویہ ا ج ب = قائمہ = زاویہ م ۃ ب
لہٰذا ا ب ج اور م ۃ ب دونوں مثلث متساوی الزوایا ہیں۔
اِس لئے $\frac{\text{م ب}}{\text{ۃ ب}} = \frac{\text{ا ب}}{\text{ب ج}}$

یا م ب × ب ج = ا ب × ۃ ب
انتہا پر پہنچ کر جب دونوں تراشیں نہایت قریب ہو جائینگی تو و ا = ۃ ب
لہٰذا کُرہ کے منطقہ کا رقبہ = ا ب (۲ π × ۃ ب)
= ب ج (۲ π × م ب)
= کا ن (۲ π ۃ ن)
= اُستوانہ کے منطقہ کا رقبہ
یہ نتیجہ اِس قسم کی تمام تراشوں کے منطقوں پر صادق آتا ہے۔ اِس لئے ہم اِس سے یہ کلیہ قایم کرسکتے ہیں کہ کُرہ کی سطح کا مجموعی رقبہ، اُس کے گِردا گِرد بنائے ہوئے اُستوانہ کی سطحِ منحنی کے رقبہ کے مساوی ہوتا ہے۔
کُرہ کا نصف قطر ن ہو تو اُستوانہ کی سطحِ منحنی کا رقبہ ۲ π ن × ۲ ن یعنی ۴ π ن^{۲} کے مساوی ہوگا۔ لہٰذا
ن نصف قطر کے کُرہ کا رقبہ = ۴ π ن^{۲}

اِس نتیجہ کا، اِتنے ہی نصف قُطر کے دائرہ کے رقبہ سے مقابلہ کرو تو تم دیکھو گے کہ کُرہ کی سطح کا رقبہ، دائرۂ مذکور کے رقبہ سے چار گُنا ہے۔ اِس مسئلہ کو ہم تجربہ سے بھی ثابت کرسکتے ہیں۔ مثلاً پیتل کی چادر کے، نصف کُرہ کی شکل کے خول کو تول لیا جائے اور پیتل کی اُتنی ہی موٹائی کی چادر سے اُتنے ہی قُطر کا گول قرص کاٹ کر اُس کو بھی تول لیا جائے تو اِن کے وزن، رقبوں کے متناسب ہونگے۔ چنانچہ نصف کُروں کی جسامت اچھی خاصی ہو (مثلاً اُن کا قُطر ۳ انچ کے قریب ہے) تو اِس قسم کے دو کُروں کا وزن، ۳ انچ قطر کے قرص کے وزن سے تقریباً چار گُنا ہوگا۔ اور اگر اِس میں کچھ تفاوت ہوگا تو اُس کی مقدار نہایت خفیف سی ہوگی۔ ذیل میں ایک تجربۂ واقعی کے نتائج درج ہیں:۔

قرص کا وزن = ۱۲۲ء۱ گرام

دو نصف کُروں کا وزن = ۸۸۸ء۸ گرام

دُوسری فصل کی مشقیں

۱۔ ایک مثلث بناؤ جس کے ضلعوں کا طول بالترتیب ۵، ۶، اور ۷ سمر ہو۔ گونیہ سے اِس مثلث کے زاویوں کو ناپو۔ اور مربعدار کاغذ کی مدد کے بغیر اِس کا رقبہ معلوم کرو۔

۲۔ ایک منحرف کے متوازی ضلعوں کا طول ۵۰ فُٹ اور ۳۶ فُٹ ہے اور اُن کے درمیان عمودی فاصلہ ۱۰ فُٹ۔

اِس شکل کا رقبہ معلوم کرو۔

۳- میتر اگر ۳۹٫۳۷۱ انچ کے مساوی ہو اور اُس کو خطِ اِستوا سے قطبِ زمین تک کے فاصلہ کا کروڑواں حصہ مان لیں تو میلوں میں زمین کا محیط کیا ہوگا؟

۴- ۲۰۰ گز قطر کا ایک گول کھیت ہے۔ بتاؤ آٹھ آٹھ گز کا فاصلہ چھوڑ کر اُس کے کنارے پر کتنے درخت لگائے جاسکتے ہیں؟

۵- کسی بھاپ کے انجن میں بھاپ کا دباؤ ۱۰۰ پونڈ فی مربع اِنچ ہو تو اُس میں ۳ اِنچ قطر کے گول کُھلمُندن پر بھاپ کا کتنا دباؤ ہوگا؟

۶- ایک مربع مینار کے قاعدہ کا ضلع ۱۲ فٹ اور اُس کا ارتفاعِ مائل ۲۵ فٹ ہے۔ بتاؤ اُس کی کل سطح کا رقبہ کیا ہوگا؟ اِس بات کو یاد رکھو کہ مربع مینار سے مراد یہ ہے کہ مینار کا قاعدہ مربع ہے۔

۷- ایک مخروط کے قاعدہ کا قطر ۱ فٹ ہے اور اُس کا ارتفاعِ مائل ۸ اِنچ۔ اِس مجسم کی تمام سطح کا رقبہ کیا ہوگا؟

۸- ایک ۱۸ انچ قطر کے کُرہ پر قلعی کا ورق لپیٹنا مقصود ہے۔ بتاؤ اِس مطلب کے لئے کَے مربع اِنچ ورق درکار ہوگا؟

۹- ایک گول مینار کا قطر ۵۰ فُٹ اور اِرتفاع ۱۲۰ فُٹ ہے۔ اُس کے اوپر ۳۰ فُٹ اونچی مخروطی چوٹی ہے۔ اِس تمام مجموعہ کی بیرونی سطح کا رقبہ دریافت کرو۔

۱۰- ایک مربعدار کاغذ لو جس پر مربع ملی میتر بنے ہوں۔ اِس کاغذ پر ۲ اِنچ پہلو کا مربع بناؤ۔ پھر اِس شکل سے یہ معلوم کرو کہ ایک مربع اِنچ میں کتنے مربع ملی میتر اور کتنے مربع سنتی میتر آتے ہیں۔

۱۱- ایک ایسے مربعدار کاغذ پر جو $\frac{1}{10}$ انچ مربع تک منقسم ہو ۳ سم پہلو کا مربع بناؤ۔ پھر اِس شکل سے اِس بات کا حساب لگاؤ کہ ۱ مربع سم ۱ مربع انچ کی کون سی کسر ہے؟

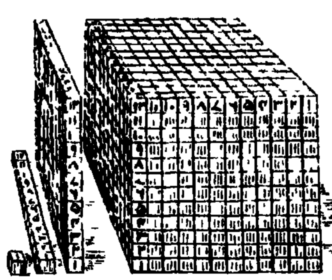
۱۲- مربعدار کاغذ پر ایک مثلث بناؤ۔ مساحت کے قاعدہ سے اِس مثلث کا رقبہ دریافت کرو۔ پھر مربعوں کو گِن کر دیکھو کہ اِس صورت میں مثلث کے رقبہ کی کیا قیمت نکلتی ہے۔

۱۳- ایک مربعدار کاغذ لو اور ایک ہی قاعدہ پر مساوی ارتفاع رکھ کر دو مختلف متوازی الاضلاع تیار کرو۔ پھر مربعوں کو گِن کر دونوں کا رقبہ نکالو اور مقابلہ کرکے دیکھو کہ ایک کے رقبہ کو دوسرے کے رقبہ سے کیا نسبت ہے۔

تیسری فصل

حجم کی پیمائش

حجم کی پیمائش ــــــــ شکل ۲۷ کو دیکھو۔ اِس میں مکعب فُٹ کی تصویر دکھائی گئی ہے۔ مکعب کا ہر کنارہ طول کے طور پر ناپا جاتا ہے۔ مکعب کا ہر پہلو ذی رقبہ ہے۔ اِس رقبہ کی مقدار، ایک زاویہ میں ملنے والے دو کناروں کے طولوں کو باہم ضرب کرنے سے معلوم ہو سکتی ہے۔ مکعب کی جسامت یعنی فضاء کا وہ حصہ جس میں مکعب سمایا ہُوا ہے، اُس کا حجم ہے۔



شکل ۲۷۔ ۱۷۲۸ مکعب اِنچ = ۱ مکعب فٹ کی تشریح

شکل میں دائیں جانب ایک مکعب اِنچ کی تصویر ہے۔ مکعب فُٹ کی طرح یہ تصویر بھی چھوٹے سے پیمانہ پر بنائی گئی ہے۔ مکعب اِنچ کے ہر کنارے کا طول ۱ اِنچ اور ہر پہلو کا رقبہ ۱ مربع اِنچ ہے۔

اِس قسم کے، بارہ مکعب ایک قطار میں رکھ دیئے جائیں تو اِس قطار کا مجموعی طول ا فٹ ہوگا۔ پھر اِس قسم کی ۱۲ قطاریں ایک دوسری پر رکھ دی جائیں تو اِس سے ایک تختہ بن جائیگا جس کا ہر کنارہ، طول میں ۱۲ اِنچ ہوگا اور تختہ کی موٹائی ا اِنچ ہوگی۔ اِس تختہ میں مکعب اِنچوں کی مجموعی تعداد ۱۲ × ۱۲ = ۱۴۴ ہوگی۔ اب ذرا اِس ۱۴۴ مکعب اِنچ کے تختہ پر غور کرو۔ اِس میں ۱۴۴ چھوٹے چھوٹے مکعب ہیں جن میں سے ہر ایک کا ہر کنارہ ا اِنچ اور ہر ایک کا ہر پہلو ا مربع اِنچ ہے۔ اِس سے ظاہر ہے کہ مربع فٹ میں سے اِس قسم کے ۱۲ تختے نکل سکتے ہیں۔

بنا بریں کُل مکعب میں ۱۴۴ × ۱۲ = ۱۷۲۸ اِس قسم کے چھوٹے چھوٹے مکعب ہیں جن کے کنارے ایک ایک اِنچ لمبے اور پہلو، رقبہ میں ایک ایک مربع اِنچ ہیں۔ یا یوں کہو کہ ایک مکعب فُٹ میں ۱۷۲۸ مکعب اِنچ آتے ہیں۔

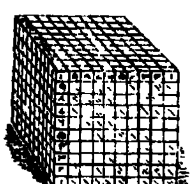
اِسی طرح استدلال کر کے تم یہ بھی معلوم کر سکتے ہو کہ ایک مکعب گز کی تعمیر کے لئے کتنے مکعب فُٹ درکار ہیں۔ نتائج کو ہم ذیل کے طور پر لکھ سکتے ہیں:۔

۱۷۲۸ (یعنی ۱۲ × ۱۲ × ۱۲) مکعب اِنچ کا ا مکعب فُٹ

۲۷ (یعنی ۳ × ۳ × ۳) مکعب فُٹ کا ا مکعب گز

حجم اور گنجائش کی اِکائیاں ——— میٹری نظام میں بھی حجم کی اکائی، طول کی اِکائی سے لی گئی ہے۔ شکل ۲۸ میں ایک مکعب گندہ دکھایا گیا ہے جس میں چھوٹے چھوٹے مکعب ا مکعب سنٹی میٹروں کو

تعبیر کرتے ہیں۔ اِس مکعب کے تینوں ابعاد دس دس سنتی میتر ہیں۔ اِس لئے اِس کا حجم ایک مکعب دِسی میتر ہے۔ دِسی میتر میں ۱۰ سنتی میتر آتے ہیں۔ اِس اعتبار سے مکعب دِسی میتر کا کنارہ طول میں ۱۰ سنتی میتر ہونا چاہیے۔ لہذا اِس کے کسی ایک پہلو کا رقبہ ۱۰ × ۱۰ = ۱۰۰ مربع سنتی میتر اور اُس کا کُل حجم ۱۰ × ۱۰ × ۱۰ = ۱۰۰۰ مکعب سنتی میتر ہے۔



شکل ۲۱ - مکعب دِسی میتر مکعب سنتی میتروں میں منقسم
پیمانہ اصل سے گھٹا دیا گیا ہے۔

ایک جوف دار مکعب اِس قسم کا بنایا جائے کہ اُس کا جوف طول عرض اور عمق تینوں ابعاد میں ایک ایک دِسی میتر ہو تو اُس میں ۱۰۰۰ مکعب سنتی میتر مایع سما جائیگا۔ اِتنی گنجائش کا نام لیتر ہے۔ چنانچہ اِس قسم کے برتن کی نسبت ہم یوں کہینگے کہ اِس کی گنجائش ایک لیتر ہے۔ جن ملکوں میں میتری نظام رائج ہے وہاں مایع چیزوں کو لیتروں ہی میں ناپتے ہیں۔ لیتر پونے دو انگریزی پائنٹ کے مساوی ہے۔

انگریزی نظام میں **گیلن** کو اناپ شناپ گنجائش اور حجم کی اِکائی مان لیا گیا ہے۔ اِس کی تعریف یوں بیان کرتے ہیں کہ **گیلن ۱۰ پونڈ خالص پانی کا حجم ہے بحالیکہ اُس کی تپش ۶۲° ف ہو**۔ دوسری چیزوں کی طرح پانی بھی گرم ہو کر پھیلتا ہے۔ اِس لئے گیلن کی تعریف میں تپش کی تخصیص ضروری ہے۔

مکعب فٹ حجم میں تقریباً ۶¼ گیلن کے مساوی ہے۔

اِس بات کو یاد رکھنا چاہیئے کہ

ا مکعب گز = ۳ ۳ مکعب فٹ

ا مکعب فٹ = ۱۲ ۳ مکعب اِنچ

ا مکعب میتر = ۱۰ ۳ مکعب دِسی میتر یا ۱۰ ۳ لیتر

= ۱۰ ۶ مکعب سنتی میتر

ا مکعب دِسی میتر (یا ا لیتر) = ۱۰ ۳ مکعب سنتی میتر

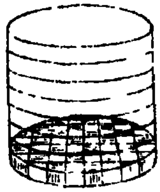
ا مکعب سنتی میتر = ۱۰ ۳ مکعب ملی میتر

تجربہ ۱۵ - انگریزی اور میتری حجم ـــــــــ لکڑی کے ایک قائمہ کُندے کا طول، عرض اور عمق، اِنچوں اور سنتی میتروں میں ناپو۔ پھر اِن پیمائشوں سے مکعب اِنچوں اور مکعب سنتی میتروں میں کُندے کا حجم نکالو۔ نتائج کے مقابلہ سے معلوم کرو کہ ایک مکعب اِنچ میں کتنے مکعب سنتی میتر آتے ہیں۔ ا اِنچ = ۲٫۵۴ سنتی میتر۔ اِس تعلق سے حساب لگا کر اپنے نتیجہ کی تصدیق کرو۔

حجموں کی پیمائش، ہندسی قاعدوں سے

اُستوانہ ـــــــــ اُوپر کی تقریروں میں ہم بتا چکے ہیں کہ قائمہ جسم کا حجم اُس کے قاعدہ کے رقبہ اور اِرتفاع کا حاصلِ ضرب ہوتا ہے۔ اِس بات کو نگاہ میں رکھ کر شکل ۲۹ پر غور کرو۔ یہ ایک اُستوانہ کی تصویر ہے جسے اُفقاً کاٹ کر ایک ایک سم موٹائی کے تختوں میں بانٹ دیا گیا ہے۔ اِس سے تم سمجھ سکتے ہو کہ پیندے سے والے تختہ میں اُتنے ہی مکعب سنتی میتر ہونگے جتنے اُس کے

قاعدہ کے رقبہ میں مربع سنتی میٹر ہیں - باقی تختوں کا بھی یہی حال ہے۔ اِس سے ظاہر ہے کہ پیندے والے تختہ کے مکعب سنتی میٹروں کی تعداد کو تختوں کی تعداد سے ضرب



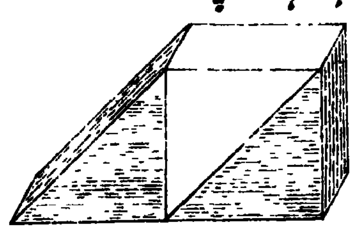
شکل ۲۹ - اُسطوانہ کا حجم

کر دیا جائے تو حاصلِ ضرب اس بات کو تعبیر کریگا کہ کُل اُسطوانہ میں کِتنے مکعب سنتی میٹر ہیں - بنابریں اُسطوانہ کے قاعدہ کا نصف قطر ن اور اُسطوانہ کا اِرتفاع ع ہو تو

قاعدہ کا رقبہ = π ن^2

اور اُسطوانہ کا حجم = π ن^2 ع

جسم متوازی السطوح ——— شکل ۳۰ میں یہ بات دکھائی گئی ہے کہ دو مثلث گُندوں یا منشوروں کو ملاکر رکھنے سے مکعب یا متوازی السطوح کس طرح بن جاتا ہے - حجم، قاعدہ اور اِرتفاع دونوں صورتوں میں وہی ہے اور چونکہ



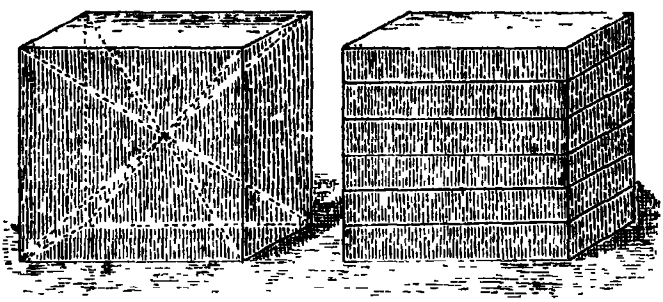
شکل ۳۰ - مکعب اور جسم متوازی السطوح

مکعب کا حجم = قاعدہ کا رقبہ × اِرتفاع

لہٰذا متوازی السطوح کا حجم = قاعدہ کا رقبہ × اِرتفاع

مینار ——— شکل ۳۱ میں بائیں ہاتھ پر جو

تصویر ہے اُس میں یہ بات دکھائی گئی ہے کہ چھ میناروں کو ترتیب دینے سے مکعب بن جاتا ہے۔ اِس بنا پر مکعب کو ہم یوں تصور کرسکتے ہیں کہ وہ چھ میناروں کا مجموعہ ہے۔ جیساکہ شکل ع۳۱



چھ تختوں سے بنا ہؤا مکعب   چھ میناروں سے بنا ہؤا مکعب

شکل ع۳۱

میں دائیں ہاتھ پر دکھایا گیا ہے۔ فرض کرو کہ اِتنی ہی جسامت کا مکعب، چھ تختوں میں چیر دیا گیا ہے۔ پھر ظاہر ہے کہ اِن صورتوں میں ایک مینار کا حجم ایک تختہ کے حجم کے مساوی ہوگا۔ کیونکہ تختہ اور مینار دونوں اپنی اپنی جگہ مکعب کا چھٹا حصہ ہیں۔ تختہ کا حجم، قاعدہ کے رقبہ اور تختہ کے اِرتفاع کا حاصلِ ضرب ہے۔ اور تختہ کا اِرتفاع، مینار کے اِرتفاع کا $\frac{1}{3}$ ہے۔ کیونکہ میناروں کے راس، مکعب کے مرکزِ ہندسی پر ہیں اور یہاں تک جسامتِ مذکورہ کے تین تختے آتے ہیں لہذا مینار، مربع قاعدہ پر ہو تو اُس کا حجم، قاعدہ اور ایک تہائی اِرتفاع کے حاصلِ ضرب کا مساوی ہوگا۔

یہ قاعدہ ہر مینار پر جاری ہوسکتا ہے۔ دوسرے لفظوں

میں یوں سمجھو کہ مینار کو دبا کر چپٹا کر دیں تو وہ بالآخر ایک ایسے قائمہ کُندے کے مشابہ ہو جاتا ہے جس کا قاعدہ تو وہی ہو جو مینار کا قاعدہ ہے اور اِرتفاع اُس کے اِرتفاع کا ایک تہائی۔

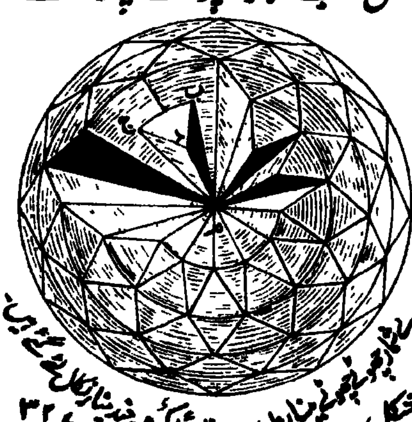
تجربہ ۱۹۔ مینار کا حجم ——— اُوپر کے قاعدہ سے کسی ایسے مینار کا حجم معلوم کرو جو مربع قاعدہ پر کھڑا ہو۔

مخروط ——— مخروط کو ہم یوں تصور کر سکتے ہیں کہ یہ بھی ایک مینار ہے جس کے پہلوؤں کی تعداد غیر متناہی ہے۔ اِس لئے اِس کا حجم معلوم کرنے کا قاعدہ بھی وہی ہونا چاہیئے جو مینار پر جاری ہوتا ہے۔ یعنی

$$\text{مخروط کا حجم} = \frac{1}{3} \times \text{قاعدہ کا رقبہ} \times \text{اِرتفاع}$$
$$= \frac{1}{3} \times \text{ππ} \times \text{ن}^2 \times \text{ع}$$
$$= \frac{1}{3}\,\text{ππ}\,\text{ن}^2\,\text{ع}$$

تجربہ ۲۰۔ مخروط کا حجم ——— مخروط کا اِرتفاع اور اُس کے قاعدہ کا قُطر ناپ لو۔ پھر قاعدۂ بالا کی مدد سے مخروط کا حجم دریافت کرو۔

کُرہ ——— کُرہ کی سطح بے شمار چھوٹے چھوٹے مثلثوں میں تقسیم ہو سکتی ہے۔ پھر ہر مثلث کو ہم یوں تصور کر سکتے ہیں کہ وہ ایک مینار کا قاعدہ ہے جس کا اِرتفاع، کُرہ کے نصف قُطر کا مساوی ہے۔ شکل ۳۲ اِسی طرح کے ایک کُرہ کی تعبیر ہے



شکل ۳۲ – بالائی حصہ پر چھوٹے چھوٹے میناروں سے بنا ہوا کُرہ چند مینار الگ کھینچ دیئے ہیں

جس میں سے چند مینار نکال دئے گئے ہیں۔ یہ ظاہر ہے کہ تمام قاعدوں کا مجموعہ کُرہ کی سطح کے مجموعی رقبہ کے مساوی ہے۔اور اگر تمام مینار اکھٹے کر لئے جائیں تو اِس مجموعہ کا حجم کُرہ کے حجم کا مساوی ہوگا۔ بنابریں کُرہ کی سطح کو میناروں کے اِرتفاع کی ایک تہائی سے ضرب دیں تو کُرہ کا حجم معلوم ہو جائیگا۔ میناروں کا اِرتفاع کُرہ کے نصف قطر کا مساوی ہے۔لہٰذا کُرہ کا حجم معلوم کرنے کے لئے اُس کی سطح کے رقبہ کو نصف قطر کی ایک تہائی سے ضرب دینا چاہیئے۔

ہم پہلے بتا چکے ہیں کہ

کُرہ کی سطح کا رقبہ = ۴ ۲۲ ن^{2}

لہٰذا کُرہ کا حجم = سطح کا رقبہ × $\frac{1}{3}$ ن

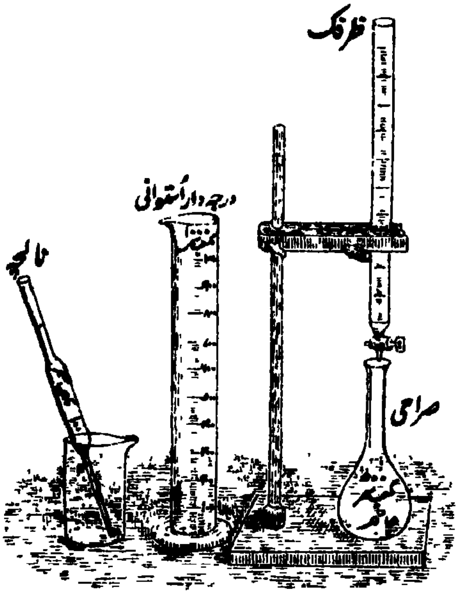
= ۴ ۲۲ ن^{2} × $\frac{ن}{3}$

= $\frac{4}{3}$ ۲۲ ن^{3}

درجہ دار برتنوں کا استعمال

برتن جو گنجائش کے لئے میٹری پیمانوں کے طور پر استعمال ہوتے ہیں ——— شکل ۲۳ میں چند برتن دکھائے گئے ہیں۔اِن سے گنجائش کی پیمائش میں کام لیا جاتا ہے۔ اِس شکل میں صُراحی کی تصویر دیکھو۔اِس پر ۵۰۰ مکعب سمر کا نشان لکھا ہے اور اِس سے نیچے ۱۵° م کا نشان ہے۔صُراحی کی گردن پر ایک اُفقی خط کا نشان بنا ہُوا ہے۔ اِن نشانوں سے مراد یہ ہے کہ صُراحی میں گردن کے نشان تک کوئی مائع بھر دیا جائے

اور اُس کی تپش ۱۵° ھ ہو تو مایع مذکور کا حجم ۵۰۰ مکعب سمر ہوگا ۔ یہ **نصف لیتر کی صُراحی** ہے ۔ گردن کے نشان تک اِس قسم کی صُراحی کی گنجائش ۱۰۰۰ مکعب سمر ہو تو اُسے **لیتر کی صُراحی** کہینگے ۔



شکل ۳۳ - درجه دار برتن، حجم کی پیمائش کے لئے

شکل میں ایک لمبا اُستوانہ نما برتن بھی ہے ۔ اِس شکل کے برتن کو اُستوانی کہتے ہیں ۔ دیکھو اِس برتن پر بھی درجے لگے ہوئے ہیں ۔ ہر درجه ۱۰ مکعب سمر کا نشان دیتا ہے ۔ پیندے سے لے کر سب سے اُوپر والے نشان تک اُستوانی کی گنجائش ۱۰۰۰ مکعب سمر ہے ۔ کسی مایع کو ناپنا منظور ہو تو اِس قسم کی درجه دار اُستوانی میں ڈال کر ناپ سکتے ہیں ۔ مایع کو اُستوانی میں ڈال کر یہ دیکھ لو کہ اُستوانی پر کُھدے ہوئے پیمانہ کا کونسا درجه مایع کی سطح کے ساتھ ہموار ہے ۔ یہی مایع مذکور کا حجم ہوگا ۔ اِس بات کو یاد رکھو کہ پیمانہ کا ہر درجه جتنے حجم پر دلالت کرتا ہے اُس کی مقدار اِس بات پر موقوف ہے کہ اِس مقام پر اُستوانی کا قُطر کیا ہے ۔ اِس لئے اِس قسم کی اُستوانی کے استعمال کرنے سے پہلے اُس کے پیمانہ کے درجوں کی گنجائش دیکھ لینا چاہیئے ۔

سب درجوں کی گنجائش مساوی ہے تو پیمانہ صحیح ہوگا۔اور اگر اُن کی گنجائشوں میں کچھ اختلاف نظر آئے تو سمجھو کہ درجہ بندی میں بے احتیاطی سے کام لیا گیا ہے اور اُستوانی استعمال کے قابل نہیں۔

شکل میں شکنجہ میں کسی ہوئی ایک درجہ دار نلی نظر آتی ہے۔ اِس قسم کی درجہ دار نلی کو **ظرفک** کہتے ہیں۔ اِس سے مایع کی مقداروں کو صحیح طور پر ناپنے میں کام لیا جاتا ہے۔اِس آلہ کے پیندے کے قریب ایک ڈاٹ لگی رہتی ہے جس کو مروڑ کر مایع کی آمد بند یا جاری کرسکتے ہیں۔پیندے کے قریب نلی کو باریک کر دیتے ہیں۔ اِس سے مایع کا نکاس اختیار میں رہتا ہے۔ڈاٹ کی بجائے کبھی نلی کے اِس پتلے حصہ پر ربڑ کی باریک سی نلی چڑھا دیتے ہیں اور مایع کے نکاس کو اختیار میں رکھنے کے لئے اِس ربڑ کی نلی پر ایک چٹکی لگا دیتے ہیں۔ظرفک کی درجہ بندی **اُوپر سے نیچے کو** ہوتی ہے۔چنانچہ پیمانہ کا صفر اُوپر کی طرف رہتا ہے۔ظرفک کا طریقِ استعمال حسبِ ذیل ہے:۔

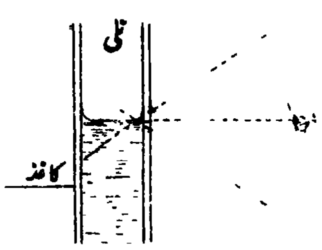
ظرفک کو مناسب چیزوں سے دھوکر میل سے صاف کر لو۔ پھر اُس کو خالص پانی سے دھولو کہ اس کے اندر پانی کے سوا کسی اور چیز کی آلائش نہ رہ جائے۔ اِس کے بعد جس مایع کو ناپنا منظور ہے اُس کی تھوڑی سی مقدار ڈال کر ظرفک کو کھنگال لو۔یہ احتیاط نہ کی جائے تو جس مایع کو تم ناپنا چاہتے ہو پانی کی آلائش اُس کو غیر خالص کردیگی۔ کھنگال چکنے کے بعد ڈاٹ کھول کر مایع کو ظرفک کی نوک میں سے بہا دو۔پھر ڈاٹ

بند کرلو اور جس مایع کو تم ناپنا چاہتے ہو اُس کو ظرفک میں ڈالو۔ اب ڈاٹ کھول دو اور مایع کی تھوڑی سی مقدار بہہ جانے دو کہ ظرفک کی نوک اِس سے بھر جائے۔ پھر ڈاٹ بند کرلو اور دیکھو ظرفک میں مایع کی چوٹی پیمانہ کے کس نشان کے ساتھ ہموار ہے۔ فرض کرو کہ یہ نشان ۱۰ مکعب سمر کا نشان ہے اور تم ظرفک سے ۲۵ مکعب سمر مایع ناپنا چاہتے ہو۔ ظرفک کے نیچے کوئی برتن رکھ دو اور ڈاٹ کھول دو۔ یہ ظاہر ہے کہ جب ۲۵ مکعب سمر مایع ظرفک سے نکل چکیگا تو اُس کی چوٹی ۳۵ مکعب سمر کے نشان پر آجائیگی۔ مایع کی چوٹی ۳۹،۵ مکعب سمر کے قریب آجائے تو ڈاٹ کو اِس قدر بند کرلو کہ مایع صرف قطروں کی شکل میں ٹپک سکے۔ اِس صورت میں مایع کی چوٹی جب عین نشانِ مطلوب پر آجائیگی تو تم ڈاٹ کو فوراً بند کرسکو گے۔

شکل میں بائیں ہاتھ پر ایک تنگ نلی گلاس میں رکھی ہے اِس نلی کا درمیانی حصہ پھولا ہوُا اور نیچے کا سرا نوک دار ہے۔ اِس قسم کے آلہ کو نالچہ کہتے ہیں۔ نالچہ کی مدد سے ہم مایع چیزوں کی چھوٹی چھوٹی مقداروں کو ناپ کر ایک برتن سے دوسرے میں لے جا سکتے ہیں۔ شکل کو دیکھو۔ پھولے ہوئے حصہ پر ۱۰۰ مکعب سمر کا نشان ہے۔ اِس سے مراد یہ ہے کہ نالچہ کی گنجائش ۱۰۰ مکعب سمر ہے۔ اُوپر والے سرے کے قریب نالچہ پر ایک نشان بنا رہتا ہے۔ اِس سرے کو منہ میں لے کر اور نوک سو کسی مایع میں رکھ کر مایع کو نالچہ میں چوس لیں اور مایع اِس نشان تک آجائے تو

اُس کا حجم ۱۰۰ مکعب سمر ہوگا۔ نالچہ میں کوئی مایع چُوس کر بھرلو۔ پھر اِس کو اُٹھاکر مایع کو نوک کی طرف سے بہادو۔ تم دیکھوگے کہ مایع کی ذرا سی مقدار نوک میں اٹک کر رہ جاتی ہے۔ گنجائش کی تعیین کے وقت اِس بات کی رعایت رکھتے ہیں کہ نوک سے کسی برتن کے پہلو کو ۱۵ ثانیے تک چُھو لینے کے بعد نوک میں مایع کی خفیف سی مقدار جو باقی رہ جائے وہ معیّن گنجائش کی مقدار میں محسوب نہ ہو۔

طالبِ علم کے لئے ضروری ہے کہ ناپنے کے برتنوں میں مایع کی سطح دیکھنے کا صحیح طریقہ سیکھ لے۔ برتن میں مایع کی سطح مستوی نہیں ہوتی۔ اُس کی شکل ہلال کی سی بن جاتی ہے۔ برتن زیادہ تنگ ہو تو سطح کی ہلالیت زیادہ واضح ہوتی ہے۔ جو مایع برتن کو بھگوتے نہیں اُن کی ہلالی سطح کی شکل اُوپر کی طرف محدّب ہوتی ہے۔ اور جن مایع چیزوں سے برتن کی دیواریں بھیگ جاتی ہیں اُن کی ہلالی سطح کا قعر اُوپر کی طرف رہتا ہے۔ اِس لئے اگر سطح کی بلندی معلوم کرنے کے وقت احتیاط سے کام نہ لیا جائے تو مشاہدہ میں غلطی کا بہت بڑا احتمال ہے۔ ذیل کی شکل پر غور کرو۔ اِس میں مایع کی ہلالی سطح دکھائی گئی ہے۔ اِس قسم کی سطح پیدا کرنے والے کسی مایع کو شیشہ کی نلی میں ڈال کر پہلو کی طرف سے دیکھو تو اُس کی چوٹی پر دو حاشئے سے نظر آئینگے۔ اِن میں جو نیچے کا حاشیہ ہے چوٹی کی بلندی کو اُس کے نقطۂ وسط کی اضافت سے



شکل ۳۲ب۔ نلی میں سطحِ مایع کی بلندی دیکھنے کا قاعدہ۔

دیکھنا چاہیئے۔نلی کی پچھلی طرف سفید کاغذ رکھ دیا جائے تو سطح کی رویت میں سہولت ہوجاتی ہے۔اِس بات کو ہمیشہ یاد رکھو کہ اِس قسم کے مشاہدوں میں آنکھ کو ہلالی سطح کے ساتھ ہموار رکھنا چاہیئے ورنہ چوٹی کے نشان کی تعیین میں غلطی ہو جائیگی۔شکل کو دیکھو اِس میں ترچھے نقطہ دار خط اِس بات کی توضیح کر رہے ہیں کہ یہ احتیاط مدِنظر نہ ہو تو مشاہدہ کیوں غلط ہو جاتا ہے۔

تجربہ ۲۱ ــــ اُستوانی کی درجہ بندی۔

شیشہ کی ایک چھوٹی سی (مثلاً ۱۰۰ مکعب سمر گنجائش کی) اُستوانی کو اندر سے صاف اور خشک کرو۔اُس کے پہلو پر باہر کی طرف ملی میٹروں میں بٹا ہؤا مربعدار کاغذ چپکا دو۔پھر ظرفک سے ۱۰ مکعب سمر خالص پانی اُستوانی میں ڈالو۔دیکھو اُستوانی میں ہلالی سطح کا محل کس مقام پر ہے۔کاغذ کی پتی پر اِس محل کا نشان کرو۔پھر اور ۱۰ مکعب سمر پانی ڈالو اور اُسی طرح سطح کا نشان کرو۔جب تک اُستوانی بھر نہ جائے یہی عمل کرتے جاؤ۔اب تمہارے پاس ایک پیمانہ تیار ہوگیا ہے جس پر ۱۰ مکعب سمر کے نشان ہیں۔اِن نشانوں کے درمیانی فاصلوں کو تم مربعدار کاغذ کی مدد سے تقسیم کرسکتے ہو۔پھر اِس تقسیم کی مدد سے تم ۱۰ مکعب سمر سے چھوٹے حجموں کو بھی ناپ سکتے ہو۔لیکن اِس بات کو یاد رکھنا چاہیئے کہ اُستوانی کے جوف کا قُطر ہر جگہ مساوی نہیں تو ۱۰ مکعب سمر سے چھوٹے حجموں کا اندازہ صحیح نہ ہوگا۔

حجم کی پیمائش، مایع کے ہٹاؤ سے ــــ درجہ دار برتنوں کی مدد سے یہ دیکھ کر کہ کوئی ٹھوس کتنے مایع کو اپنی جگہ سے ہٹا دیتا ہے ہم اِس ٹھوس کا حجم معلوم کرسکتے ہیں۔

تجربہ ۲۲ ــــ مکعب ــ دھات کا ایک مکعب و

اور پانی میں ڈال کر دیکھو کہ کتنے پانی کو وہ اپنی جگہ سے ہٹا دیتا ہے۔ جتنے پانی کو وہ اپنی جگہ سے ہٹا دیگا وُہی اُس کا حجم ہوگا۔ ایک ناپنے کی اُستوانی لو جس میں تمہارا مکعب بغیر رگڑ کھانے کے چلا جائے۔ اُستوانی میں کافی پانی ڈالو اور دیکھو پانی کی سطح کس نشان پر ہے۔ پھر مکعب کو تاگے میں باندھ کر آہستہ سے اُستوانی میں ڈالو یہاں تک کہ وہ سارے کا سارا پانی میں ڈوب جائے۔ دیکھو پانی کی سطح اب کس نشان پر آگئی ہے۔ اِن دو نشانوں کا درمیانی فاصلہ مکعب کے حجم کو تعبیر کریگا۔

مکعب کے ابعادِ ثلاثہ ا۔ ب۔ ج لو اور اِس سے مکعب کا حجم نکال کر نتیجہ بالا کی تصدیق کرو۔ نتائج کو ذیل کے طور پر لکھتے جاؤ:-

پانی سطح کا پہلا نشان	پانی سطح کا دوسرا نشان	حجم پانی کے ہٹاؤ سے	مکعب کے کنارے کا طول بحساب اوسط	حجم ساحت کے قاعدہ سے

تجربہ ۲۳ ——— مختلف مجسماتِ ہندسی۔

تجربہ ۲۲ کے قاعدہ سے اُستوانہ، مینار، مخروط اور کُرہ کا حجم معلوم کرو۔ اور ابعاد کی مدد سے ہر ایک کا حجم دریافت کرکے تجربہ کے نتائج کی تصدیق کرتے جاؤ۔ مجسم کسی ایسی چیز کا بنا ہو جو پانی میں تیر سکتی ہے تو اُس کو کسی باریک سُوئی سے دبا کر پانی کے اندر پہنچا دو۔

تجربہ ۲۴ ——— اِس قسم کا کوئی برتن میسر نہ آسکے جس کی وسعت مجسم کے لئے کافی ہو تو اِس صورت میں ذیل کی تدبیر سے کام

لیا جا سکتا ہے۔

کاغذ کی ایک پتلی سی پٹی گلاس کے پہلو پر اُس کے ارتفاع کے متوازی چپکا دو۔ پھر اِس کاغذ کو اِتنی بلندی پر چاقو سے اُفق کے متوازی کاٹ دو کہ کاٹ کا نشان ڈوبے ہوئے مجسم سے بہت اُوپر رہے۔ گلاس کو خشک کرو اور ظرفک سے پانی لے کر گلاس کو نشان مذکور تک بھر دو۔ دیکھو کتنا پانی اِس نشان تک آیا ہے۔ گلاس کو پھر خشک کرو اور مجسم کو اِس کے اندر رکھ کر اُسی نشان تک پھر پانی بھر دو۔ دیکھو اِس صورت میں ظرفک سے کتنا پانی لیا گیا ہے۔ پانی کی اِن دونوں مقداروں کا فرق تمہارے مجسم کا حجم ہوگا۔

تجربہ ۲۵ ——— سیسے کے چھرّے۔

ذیل کے قاعدہ سے بحسابِ اوسط ایک چھرّے کا حجم دریافت کرو:۔

ظرفک میں نصف کے قریب تک پانی بھر لو۔ دیکھو پانی کی چوٹی کس نشان پر ہے۔ اب ظرفک میں سیسے کے تیس چھرّے ڈال دو۔ چھرّے ڈالنے کے وقت ظرفک کو ترچھا کھڑا کرنا چاہیئے کہ چھرّے اِس کے پیندے پر گر کر اسے توڑ نہ دیں۔ دیکھو اِس حال میں پانی کی چوٹی کس نشان پر ہے۔ ظرفک کے دونوں نشانوں کا فرق تیس چھرّوں کا حجم ہے۔ اگر تمام چھرّوں کا حجم مساوی ہے تو اِس سے تم ایک چھرّے کا حجم معلوم کر سکتے ہو۔

تیسری فصل کی مشقیں

۱۔ ایک حوض کے اندرونی ابعاد حسبِ ذیل ہیں:۔

طول ۵۰ء۱۰ میٹر، عرض ۲۵ء۲ میٹر، عمق ۷۵ء۲ میٹر۔ حوض بھرا ہوا ہو تو بتاؤ اِس میں کتنے لیتر پانی ہوگا؟

۲۔ کسی اُستوانہ کا قطر ۱۲ سمر اور اِرتفاع ۲۰ سمر ہو تو اُس کا حجم کیا ہوگا؟

۳۔ ایک نل کا قطر ۳ ۳/۴ انچ ہے۔ اِس میں پانی کی رفتار ۲ فٹ فی ثانیہ ہو تو ۲۴ گھنٹے میں کتنے مکعب فٹ پانی اِس نل سے خارج ہوگا؟

۴۔ ایک مربع مینار کا قاعدہ ۱۰ فٹ ہے اور اِرتفاع ۳۶ر۱۹ فٹ۔ اِس کی تمام سطح کا رقبہ اور اِس کا حجم کیا ہوگا؟

۵۔ ایک مکان اندر سے اُستوانہ نما ہے۔ اُستوانہ کا قطر ۸۰ فٹ ہے اور اِرتفاع ۲۰ فٹ۔ اِس کے اُوپر ایک مخروط ہے جس کا اِرتفاع ۱۰ فٹ اور قاعدہ کا قطر ۸۰ فٹ ہے۔ بتاؤ اِس مکان کے اندر کتنے مکعب فٹ ہوا سما سکتی ہے؟

۶۔ دھات کے ایک مجوّف کُرہ کا بیرونی قطر ۱۴ انچ ہے اور اِس کے خول کی موٹائی ۱ انچ۔ بتاؤ اِس میں دھات کے کتنے مکعب انچ ہیں؟

۷۔ سیسے کا ایک ۳ انچ موٹا اور ۱۲ انچ قطر کا قُرص چھوٹے چھوٹے چھرّوں میں بدل دیا گیا ہے۔ ہر چھرّے کا قطر ۱ء۰ انچ ہو تو اِن چھرّوں کی تعداد کیا ہوگی؟

۸۔ ایک کُرہ کسی مکعب صندوق کے اندر پھنس کر آتا ہے۔ صندوق کا اندرونی کنارہ ۵ سمر ہے۔ کرۂ مذکور اِس صندوق میں ڈال دیا جائے تو کتنی جگہ باقی بچ رہیگی؟

۹۔ ایک مخروط، ایک نصف کُرہ، اور ایک اُستوانہ مساوی قاعدوں پر کھڑے ہیں۔ اور اُن کے اِرتفاع بھی مساوی ہیں۔ اُن کے حجموں کا تناسب معلوم کرو۔

۱۰۔ مٹی کا بنا ہوا ایک پونڈ کا باٹ ٹوٹ کر دو غیر مساوی حصوں میں بٹ گیا ہے۔ ترازو کے بغیر تم کس طرح معلوم کروگے کہ ہر ٹکڑے کا وزن کیا ہے؟

۱۱۔ پائنٹ بھر پانی کو کسی درجہ دار برتن میں ڈال کر دیکھو کہ ایک پائنٹ کے مکعب سمر کا مساوی ہے۔

۱۲۔ ایک کُرہ کسی اُستوانہ نما صندوق میں ٹھیک پھنس کر آتا ہے۔ اور کُرہ کی چوٹی صندوق کی چوٹی کے ساتھ ہموار رہتی ہے۔ اُستوانہ کا قُطر ۲ انچ ہے۔ اِن مقدمات سے صندوق کی گُنجائش اور کُرہ کا حجم معلوم کرو۔ دیکھو کرہ کا حجم صندوق کی گُنجائش کی کونسی کسر ہے؟

چوتھی فصل

کمیت - وزن - جاذبہ

کمیت ——— کسی مادی جسم کی **کمیت** سے مادہ کی وہ مقدار مُراد ہے جو اُس جسم کے وجود میں پائی جاتی ہے۔ مادی اجسام کو زمین کے جس حصہ پر چاہو لے جاؤ یا زمین سے جتنے فاصلہ پر چاہو پہنچا دو، اُن کی کمیت میں کوئی فرق نہیں آسکتا۔ کمیت اجسام کی شکل وصورت کی بھی پابند نہیں۔ اِس کی قیمت حقیقت میں مادہ کے سالمات کی تعداد پر موقوف ہے۔ اور اِس بات پر بھی موقوف ہے کہ ہر سالمہ کے وجود میں مادہ کی کتنی مقدار ہے۔

سالمات ——— تمہارے سامنے کھریا کا ایک ٹکڑا پڑا ہے۔ اِس کو توڑ کر دو ٹکڑے کردو۔ تم دیکھو گے کہ کھریا کا ٹکڑا ٹوٹ کر دو ہوگیا ہے۔ اور یہ دونوں ٹکڑے اب ایک دوسرے سے الگ پڑے ہیں۔ لیکن اِس پر بھی حال یہ ہے کہ ہر ایک ٹکڑے کے کھریا ہونے میں کوئی فرق نہیں آیا۔ بلاشبہ ہر ایک ٹکڑے کو اِس وقت بھی تم کھریا ہی کہو گے۔ اب آؤ تقسیم کے اِس عمل کو اور آگے بڑھائیں اور دیکھیں کہ اَور زیادہ تقسیم سے اِس کا کیا حال ہوجاتا ہے۔ ایک ٹکڑے کو اُٹھالو اور ہاتھ میں لے کر ٹکڑے ٹکڑے کردو۔ پھر بتاؤ اِن ٹکڑوں کو کیا کہو گے۔ اِس میں شک نہیں کہ اِس وقت

بھی ہر ٹکڑا کھریا ہی کا ٹکڑا ہے۔ اِن ٹکڑوں کو پیس کر سفوف بنا دو۔ کھریا نے اب ننھے ننھے ذرّوں کی شکل اختیار کر لی ہے۔ لیکن کیا اِس سفوف کا ہر ذرّہ کھریا کا ذرّہ نہیں؟ کیا ہر ذرّہ کو کھریا کہلانے کا وُہی حق حاصل نہیں جو اُس بڑے ٹکڑے کو حاصل تھا جس کو پیس دینے سے یہ ذرّے پیدا ہوئے ہیں؟

تم نے دیکھ لیا کھریا ٹوٹ کر ٹکڑے ٹکڑے ہوگئی اور ٹکڑوں نے پس کر ذرّوں کی شکل اختیار کر لی۔ لیکن اِس پر بھی اِس کے کھریا ہونے میں کوئی فرق نہیں آیا۔ جس طرح کھریا کا بڑا ٹکڑا کھریا ہی کا ٹکڑا تھا اُسی طرح یہ ننھے ننھے ذرّے بھی کھریا ہی کے ذرّے ہیں۔ اب سوال پیدا ہوتا ہے کہ اِس تقسیم کے عمل کو ہم کہاں تک بڑھا سکتے ہیں؟ ہمارے ہاتھ اور آلات کی طاقت تو بہت دُور تک کام نہیں دے سکتی۔ زیادہ سے زیادہ ہم یہی کر سکتے ہیں کہ کھریا کو پیس کر باریک سے باریک سفوف بنالیں۔ اِس حد سے آگے ہماری طاقت صاف جواب دے دیگی۔ لیکن کیا اِن ننھے ننھے ذرّوں کی اَور زیادہ تقسیم ممکن نہیں؟ اِس میں شک نہیں کہ ہم اِس عمل کو ایک خاص حد سے آگے نہیں بڑھا سکتے۔ لیکن خیال کے لئے تو میدان وسیع ہے۔ پھر کیا اِس عمل کے لئے کوئی حد بھی ہے؟ کیا یہ ممکن ہے کہ اِس کھریا کے ٹکڑے کو لاانتہا ہی تک توڑتے چلے جائیں اور پھر بھی اُس کے اجزاء ہر حال میں کھریا ہی کہلانے کے حقدار ہوں؟ نہیں۔ یہ ممکن نہیں۔ فنِ کیمیا کا فیصلہ ہے کہ ایک خاص حد پر پہنچ کر کھریا کے ذرّوں کا اَور زیادہ تجزیہ کرو گے تو اِس تجزیہ کے بعد جو اجزا حاصل

ہونگے اُن کے وجود میں کھریا کے خواص باقی نہ رہینگے - تمام مادی اجسام کا یہی حال ہے - اِس میں بسیط اور مرکب کی کوئی تمیز نہیں - اب ذرا سالمات کی تعریف پر غور کرو -

سالمہ کسی مادی جسم کا وہ چھوٹے سے چھوٹا ذرّہ ہے جو بالذات اور آزادانہ قائم رہ سکتا ہے اور اُس کے وجود میں وُہی خواص پائے جاتے ہیں جو جسم مذکور سے مخصوص ہیں - کسی چیز کا تجزیہ اِس حد سے آگے بڑھا دیا جائے تو پھر وہ اپنی ذات پر قائم نہیں رہتی - یہ گویا اِس کے وجود کے لئے سلامتی کی آخری سرحد ہے -

اِس تقریر سے تم پر روشن ہوگیا ہوگا کہ سالمات کے تجزیہ سے جو اجزاء پیدا ہوتے ہیں اُن کا بالذات آزادانہ قیام ممکن نہیں - وہ بالطبع ایک دوسرے کی طرف راغب رہتے ہیں - اور جب موقع پاتے ہیں کیمیائی اُلفت کے باعث ایک دوسرے کے ساتھ مل کر سالمات کی شکل اختیار کر لیتے ہیں - اِن اجزاء میں سے ہر ایک کو جوہر کہتے ہیں -

جوہر وہ چھوٹے سے چھوٹے ذرّے ہیں جن کے ملنے سے سالمات کا وجود پیدا ہوتا ہے -

کیمیا پڑھوگے تو تمہیں معلوم ہوگا کہ خاص خاص حالتوں میں جوہروں کو بھی آزادانہ زندگی میسر آجاتی ہے - یہاں ہم ان حالتوں سے بحث نہیں کر سکتے جو اِس آزادی کے لئے ضروری ہیں - بس یہاں اِتنا ہی سمجھ لو کہ جب یہ حال ہو تو سالمہ اور جوہر دونوں ایک ہی

تعریف کی تحت میں آجاتے ہیں۔ اِس صورت میں سالمات **واحد بالذات** کہلاتے ہیں۔

کسی مادی جسم کے سالمات سب کے سب ایک ہی جنس کے ہوں تو وہ جسم **خالص** کہلائیگا۔ اور اگر اُس کے وجود میں مختلف جنسوں کے سالمات پائے جاتے ہیں تو وہ جسم **غیر خالص** ہوگا۔

کسی خالص جسم کے سالمات اِس قسم کے ہوں کہ اُن کی ترکیب میں ایک ہی جنس کے جوہر پائے جائیں تو اُس جسم کو **عنصر** یا **بسیط** کہینگے۔ اور اگر اُس کے سالمات کی ترکیب میں مختلف جنسوں کے جوہروں کو دخل ہے تو وہ جسم **مُرکب** کہلائیگا۔

اب آؤ پھر کمیت کی طرف رجوع کریں۔ مادی اجسام کا وجود سالمات کے اجتماع سے پیدا ہوتا ہے تو ضرور ہے کہ اُن کی کمیت، سالمات کی تعداد پر موقوف ہو۔ اِس کے علاوہ یہ بھی ضروری ہے کہ مادی اجسام کی کمیت اُن کے سالمات کی کمیت کا مجموعہ سمجھی جائے۔ ایک مکعب اِنچ سیسے کے ٹکڑے کو لے کر دیکھو اور اُس کا کسی لکڑی کے ایک مکعب اِنچ ٹکڑے سے مقابلہ کرو۔ تم دیکھوگے کہ لکڑی کے ٹکڑے کی کمیت سے سیسے کے ٹکڑے کی کمیت زیادہ ہے۔ یہ فرق صرف اِسی وجہ سے نہیں کہ سیسے کے ٹکڑے میں سالمات کی تعداد غالباً زیادہ ہے۔ بلکہ اِس وجہ سے بھی ہے کہ سیسے کے ہر سالمہ کے وجود میں مادہ کی زیادہ مقدار موجود ہے۔

وزن ———— زمین تمام مادی اجسام کو جو اُس کے اُوپر واقع ہیں اپنی طرف کھینچتی ہے اور اِس کشش کا میلان، زمین کے

مرکز کی طرف ہوتا ہے۔ کوئی جسم زمین کی سطح کے قریب ہوگا تو اُس کے وجود پر زمین کی قوتِ کشش کا اثر زیادہ ہوگا۔ اور اگر فاصلہ بڑھتا جائیگا تو اِس قوت کا اثر گھٹتا جائیگا۔ علاوہ بریں کسی جسم کی کمیت جس قدر زیادہ ہوگی اُسی قدر زمین بھی اُس کو زیادہ قوت سے کھینچیگی۔ زمین کی اِس کشش کو **جاذبۂ زمین** کہتے ہیں۔ اور اگر اختصار منظور ہو تو اکثر جاذبہ ہی کے لفظ پر اِکتفا کرتے ہیں۔ یہ جاذبہ ہی کی وجہ سے ہے کہ جو اجسام زمین سے اُوپر اُٹھا کر بغیر سہارے کے چھوڑ دئے جاتے ہیں وہ زمین پر گر پڑتے ہیں۔ جن اجسام کے نیچے سہارا دے دیا جاتا ہے وہ سہارے کو نیچے کی طرف دباتے ہیں۔ اِس دباؤ کی بھی یہی وجہ ہے کہ زمین اپنے جاذبہ کی قوت سے اُن کو اپنی ذات کی طرف کھینچتی ہے۔ اسی جاذبہ کے احساس کو ہم عام بول چال میں **وزن** یا **ثقل** کہتے ہیں۔

جاذبہ کا اثر سب سے زیادہ زمین کی **سطح** پر ہوتا ہے۔ زمین کے جسم میں ایک بہت لمبا سوراخ کرلینا ممکن ہو اور اِس سوراخ کے رستے کسی جسم کو زمین کے اندر لے جائیں تو وہاں اُس کا وزن بہت کچھ گھٹ جائیگا۔ اِس کی وجہ یہ ہے کہ اِس وقت زمین کے مادہ کا کچھ حصّہ جسمِ مذکور کے اُوپر کی طرف ہے جو اُس کو اُوپر کی طرف کھینچتا ہے۔ اِس لئے زمین کے اُس مادہ کا اثر کم ہو جاتا ہے جو جسمِ مذکور کو نیچے کی طرف کھینچ رہا ہے۔ اِس سے تم سمجھ سکتے ہو کہ زمین کے مرکز پر پہنچ کر جسمِ مذکور کا وزن بالکل زائل ہو جائیگا۔ اِس مقام پر زمین کا مادہ اُس کو ہر طرف مساوی قوت کے ساتھ کھینچیگا۔ اور نیچے اور اُوپر کی کچھ

تیز باقی نہ رہیگی۔ لیکن اِس بات کو بھولنا نہ چاہیئے کہ اِس سے جسمِ مذکور کی کمیت میں کچھ فرق نہیں آسکتا - اِس کی قیمت بدستور قائم رہیگی۔کیونکہ کمیت تو مادہ کی وہ مقدار ہَے جو اُس کے وجود کے اندر موجود ہَے۔ اور وزن اُس قوت کی مقدار ہے جس کے ساتھ زمین کی جاذبہ،جسمِ مذکور کی کمیت پر اثر کرتی ہے۔اِس سے ظاہر ہَے کہ زمین کی جاذبہ کی مقدار میں فرق آئے تو ضرور ہَے کہ اِس کے ساتھ وزن میں بھی، فرق آجائے۔لیکن کمیتِ مادہ پر اِس کا کچھ اثر نہیں ہوسکتا۔

اُوپر کی عبارت میں ہم نے زمین کی سطح کا نام لیا ہَے۔ غور کرو اِس سطح سے کیا چیز مراد ہَے۔ تم دیکھتے نہیں،زمین کے اُوپر کس قدر ناہمواریاں پائی جاتی ہیں۔ یہ ناہمواریاں نگاہ کے سامنے ہوں تو پھر اِس قسم کی سطح کو ہم کوئی ایسی چیز قرار نہیں دے سکتے کہ علمی باتوں میں اُس سے فائدہ اُٹھا سکیں۔اِس مطلب کے لئے سمندر کی سطح،زمین کی اصلی سطح سمجھی جاتی ہَے۔

سمندر کی سطح سے اُوپر اُٹھتے جائیں تو زمین کی جاذبہ کا اثر کم ہوتا جاتا ہَے۔ اور یہ کمی اِس طرح واقع ہوتی ہَے کہ جاذبہ کا اثر ہمیشہ مرکزِ زمین کے فاصلہ کا تابع رہتا ہَے اِس طور پر کہ فاصلۂ مذکور کے مربع اور جاذبہ کے اثر میں تناسبِ معکوس پایا جاتا ہَے۔ مثلاً مرکزِ زمین سے کسی خاص فاصلہ پر جاذبہ کی مقدار ایک ہے تو اِس سے دو چند فاصلہ پر صِرف ایک چوتھائی رہ جائیگی۔ اور اگر فاصلہ گھٹ کر نصف ہوجائیگا تو جاذبہ کی مقدار پہلے کی بہ نسبت چار گُنا ہو جائیگی۔ اِسی طرح فاصلہ تین گُنا ہوجائے تو جاذبہ کا اثر صرف نواں

حصّہ باقی رہ جائیگا - اور اگر فاصلہ گھٹ کر صرف ایک تہائی رہ جائے تو جاذبہ کی قوت اِس قدر بڑھ جائیگی کہ پہلے کی بہ نسبت نوگنا اثر کریگی۔ اِس سے تم قیاس کرسکتے ہو کہ کسی جسم کا وزن پہاڑ کی چوٹی پر کم ہوگا اور اُس کے دامن میں آکر زیادہ ہو جائیگا۔

زمین کی شکلِ ہندسی کا یہ عالم ہے کہ قُطبین پر اندر کو دب کر کسی قدر چپٹی ہوگئی ہے۔ اور خطِ اِستوا کے آس پاس اُس کا مادہ اِسی نسبت سے اُبھر کر اُوپر نکل آیا ہے۔ اِس کا نتیجہ یہ ہے کہ قُطبین پر مرکزِ زمین سے لے کر سطحِ زمین تک کا فاصلہ کم ہے اور خطِ اِستوا پر زیادہ۔ نتیجہ اِس کا یہ ہے کہ اِن دونوں مقاموں پر جاذبہ کی مقدار بھی مساوی نہیں اور اِس کے ضمن میں اجسام کے وزنوں میں بھی فرق آجاتا ہے۔ قطبین پر جسموں کا وزن زیادہ ہوتا ہے اور جوں جوں خطِ اِستوا کے قریب آتے جاؤ اُن کا وزن گھٹتا جاتا ہے۔ اِس تقریر سے تم سمجھ سکتے ہو کہ جسموں کا وزن کوئی غیر متغیر چیز نہیں۔ لیکن اُن کی کمیت ہر حال میں غیر متغیر ہے۔

ہم نے لکھا ہے کہ مرکزِ زمین سے جسموں کا فاصلہ گھٹتا بڑھتا ہے تو اُس کے ساتھ اُن کے وزنوں میں بھی فرق آجاتا ہے۔ اب سوال یہ ہے کہ یہ فرق کیونکر معلوم ہُوا؟ معمولی ترازو سے تو اِس کا اندازہ نہیں ہوسکتا۔ جاذبہ کی کمی بیشی کا اثر ترازو کے دونوں پلڑوں پر برابر پڑیگا۔ پھر اِس کمی بیشی سے اُس جسم کے وزن میں فرق آجائیگا جس کو تولنا منظور ہے تو اِس کے ساتھ ہی اُن باٹوں کا بھی وُہی حال ہوگا، جن سے ہم اُس چیز کو

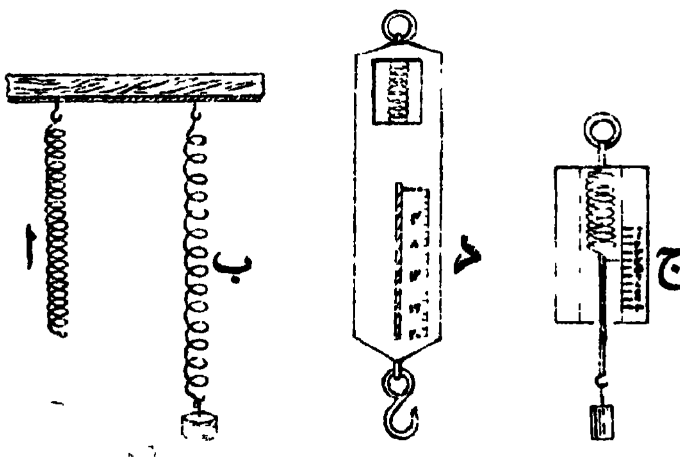
تول رہے ہیں۔ اِس سے ظاہر ہے کہ دو جسم جو کسی ایک مقام پر ترازو کے دو پلڑوں کو ہموزن کر دیتے ہیں اُن کو جس جگہ بھی لے جاؤ اِسی حال میں رہینگے۔ پھر وہ کیا تدبیر ہے کہ اِس فرق کو تمیز کرنے میں کام آسکے؟ اِس مطلب کے لئے کمانیدار ترازو سے کام لیا جاتا ہے۔ اِس میں صرف یہ دیکھا جاتا ہے کہ اِس کے ساتھ جو جسم لٹکا دیا گیا ہے اُس کے بوجھ سے کمانی کس قدر کھنچ جاتی ہے۔ کمانی کی لچک پر جاذبہ کی کمی بیشی کا کچھ اثر نہیں ہوتا۔ اِس لئے کسی جسم کو مختلف مقامات پر تولنے سے کمانی کے کھنچاؤ میں کچھ فرق آجائے تو سمجھ لینا چاہئیے کہ یہ فرق جسم مذکور پر عمل کرنے والی قوتِ جاذبہ کے تغیر کا نتیجہ ہے۔

کمانیدار ترازو —— یہ ایک آلہ ہے جس کی مدد سے ہم معلوم کر سکتے ہیں کہ کسی چیز پر جاذبہ کا کس قدر اثر ہے۔ یا یوں کہو کہ یہ آلہ جسموں کے وزن دریافت کرنے میں کام دیتا ہے۔ اِس کے ساتھ کوئی بوجھ لٹکا دیا جاتا ہے تو بوجھ کے اثر سے کمانی کھنچ کر لمبی ہوجاتی ہے اور اِس کے کھنچاؤ سے وزن کا اندازہ کیا جاسکتا ہے۔ اِس ترازو کی کمانی کا اُوپر والا سرا کسی لنگن کے ساتھ اٹکادو اور نیچے والے سرے کے ساتھ کوئی بوجھ لٹکا دو تو کمانی کی لمبائی بڑھ جائیگی۔ بوجھ کو الگ کر دوگے تو ذاتی لچک کی وجہ سے کمانی پھر گھٹ کر اپنی اصلی لمبائی پر آجائیگی۔ یہ بات تجربہ سے ثابت ہے کہ مساوی وزنوں سے کمانی میں مساوی کھنچاؤ پیدا ہوتے ہیں۔ ایک سیر کا بوجھ لٹکا کر دیکھو اور پیمانہ سے کمانی کا کھنچاؤ ناپ

لو۔ پھر دو سیر کا بوجھ رکھو تو کمانی کا کھنچاؤ اِس سے دوچند ہوگا۔ اِس سے ظاہر ہے کہ مختلف وزنوں کے لئے کمانی کے ساتھ ایک درجہ دار پیمانہ بنا لینا کچھ مشکل نہیں۔ اِس پیمانہ کی مدد سے جسموں کے وزن معلوم ہو سکتے ہیں۔ مختلف اجسام باری باری سے اِس کے ساتھ آزادانہ لٹکا دئے جائیں اور اُن کے بوجھ سے کمانی میں جو کھنچاؤ پیدا ہو وہ ہر حالت میں برابر رہے تو اِس سے ظاہر ہوگا کہ اِن جسموں پر جاذبہ کا اثر مساوی ہے۔ یا یوں کہو کہ اُن سب کا وزن برابر برابر ہے۔

شکل ۳۵ میں ایک معمولی کمانیدار ترازو کی تصویر دکھائی گئی ہے۔ دھات کی کمانی ایک غلاف کے اندر ہے اور سکون کی حالت میں طولاً اُس کے نصف کے قریب تک پہنچتی ہے۔ غلاف کے سامنے کا حصہ تختی کا کام دیتا ہے جس پر درجوں کے نشان لگائے گئے ہیں۔ کمانی کے اُوپر والے سرے کے ساتھ ایک حلقہ ہے جو لٹکانے کے کام آتا ہے۔ نیچے والے سرے کے ساتھ ایک ہُک ہے۔ اِس کے ساتھ اُس جسم کو لٹکا دیتے ہیں جس کو تولنا منظور ہوتا ہے۔ کمانی کے نیچے والے سرے کے قریب ایک چھوٹا سا نمائندہ ہے۔ غلاف کے سامنے والے حصہ میں ایک شگاف سا بنا دیتے ہیں۔ نمائندہ حرکت کرتا ہے تو اِس شگاف کے ذریعہ اُس کی حرکت کا پتہ چلتا رہتا ہے۔ غلاف کے اُوپر جو برابر برابر حصوں میں بٹا ہوا پیمانہ ہے اُس کی مدد سے جسموں کے وزن فوراً معلوم ہو سکتے ہیں۔ جس چیز کو وزن کرنا درکار ہو اُسے ہُک کے ساتھ لٹکا دو۔ بوجھ کے اثر سے کمانی کھِنچ کر لمبی ہو جائیگی۔ اب دیکھو ترازو کا نمائندہ پیمانہ کے کس درجہ پر

آکر ٹھہرا ہے - اِس مقام پر جو ہندسہ لکھا ہے وُہی جسم مذکور کا وزن ہوگا- کمانی کی دھات ہر حال میں وُہی رہے تو ترازو کی طاقت صِرف کمانی کی لمبائی اور موٹائی پر موقوف ہوگی - لمبائی اور موٹائی بڑھادوگے تو ترازو کی طاقت بھی بڑھ جائیگی - اِس طرح جتنا وزن چاہو اِس ترازو کی مدد سے تولا جاسکتا ہے -



شکل ۳۵ - کمانیدار ترازو -

اِس شکل میں کمانیدار ترازو کے اجزاء دکھائے گئے ہیں- ا اور ب صرف کمانی کی تصویریں ہیں- ا میں کمانی اپنی معمولی حالت میں ہے- ب اِس کی وہ حالت ہے کہ اِس کے ساتھ ایک وزن لٹکا دیا گیا ہے اور کمانی کھِنچ کر لمبی ہوگئی ہے- اِن دونوں حالتوں میں کمانی کا اُوپر والا سرا ایک لٹکن کے ساتھ اٹکا ہُوا ہے- ج اور د کمانیدار ترازو کی تصویریں ہیں- ج میں غلاف کے

سامنے کا حصہ اُٹھا دیا گیا ہے کہ ترازو کی اندرونی حالت سمجھ میں آجائے - د میں غلاف کا سامنے والا حصہ تھوڑا سا کاٹ دیا گیا ہے کہ اس میں سے کمانی کی صورت نظر آتی رہے - اِس تصویر میں پیمانہ کا بھی نشان دیا گیا ہے جس کے ساتھ ایک پہلو کی طرف شگاف کی شکل نظر آتی ہے - اِس شگاف میں ترازو کا نمائندہ دکھائی دیتا ہے - اِس وقت ترازو کے ساتھ کوئی وزن نہیں اور نمائندہ اپنی معمولی حالت میں پیمانہ پر صفر کا نشان بتا رہا ہے - ترازو کے ساتھ کوئی بوجھ لٹکا دیا جائیگا تو کمانی کھنچ کر لمبی ہو جائیگی اور نمائندہ نیچے کی طرف آکر پیمانہ کے کسی خاص نشان پر ٹھیر جائیگا - یہ حالت شکل ج میں دکھائی گئی ہے - اِس میں بوجھ نے کمانی کو لمبا کر دیا ہے اور نمائندہ پیمانہ کے اُس درجہ پر آکر ٹھیر گیا ہے جس پر چار کا ہندسہ لکھا ہے -

وزن رُوئے زمین کے ہر مقام پر کمیتِ مادہ کا متناسب ہوتا ہے ——— تم دیکھ چکے ہو کہ مادی اجسام جہاں کہیں بھی ہوں اُن کی کمیت میں کچھ فرق نہیں آتا - تم یہ بھی دیکھ چکے ہو کہ مادی اجسام کا وزن جو اِن کے وجود پر زمین کی کشش یعنی قوتِ جاذبہ کے اثر کا نتیجہ ہے، مرکزِ زمین کے فاصلہ کے ساتھ ساتھ بدلتا جاتا ہے - اِس لئے ضروری ہے کہ کمیت اور وزن میں تمیز کر لی جائے - رُوئے زمین کا کوئی خاص مقام نگاہ میں ہو تو ظاہر ہے کہ اُس کے قُرب و جوار میں مرکزِ زمین کے فاصلہ میں کوئی قابلِ لحاظ فرق نہ ہوگا - اس لئے اِس مقام پر جسموں کے وزن اُن کی کمیت کے متناسب ہونگے - جب ہم یہ دیکھینگے کہ دو جسموں کے وزن ایک دوسرے کے برابر ہیں تو

سمجھ لینگے کہ بلا شبہ ایک جسم کی کمیت دوسرے جسم کی کمیت کے مساوی ہے۔ اور اگر ایک جسم کا وزن دوسرے جسم کے وزن سے دوچند ہے تو جس کا وزن دو چند ہے اُس کی کمیت بھی دوچند ہے۔ اِس طرح زمین کے کسی خاص مقام پر جسموں کے وزنوں کا مقابلہ کرکے ہم بتا سکتے ہیں کہ اُن کی کمیت میں کیا نسبت ہے۔ جب تک مرکزِ زمین کا فاصلہ وہی رہیگا وزن اور کمیت کے رشتہ میں کوئی فرق نہیں آسکتا۔ ہاں اگر مرکز زمین کا فاصلہ بدل جائے تو یہ اُصول بھی ٹوٹ جائیگا۔ کسی جسم کا وزن خطِ اِستواء کے قریب ایک سیر ہے تو اِس کی کمیت اُس جسم کی کمیت کے برابر نہیں ہوسکتی جس کا وزن قطبین کے قریب تولنے سے ایک سیر ہوتا ہے۔

اِس سے تم سمجھ سکتے ہو کہ وزن کی مدد سے کمیت کا اندازہ ہوسکتا ہے۔ کسی جسم کی کمیت کا تخمینہ لگانا ہو تو عام طور پر یہی دستور ہے کہ اس جسم کو تول لیتے ہیں۔ یہی وجہ ہے کہ کمیت کی بجائے کبھی کبھی وزن کا لفظ بھی استعمال کیا جاتا ہے۔ جسموں کی کمیت کا مقابلہ کرنا ہو تو اِس کا عام قاعدہ یہی ہے کہ اُن کا وزن دریافت کرلیا جائے۔ لیکن اِس میں یہ شرط ضروری ہے کہ جن جسموں کی کمیت کا مقابلہ کرنا منظور ہے اُن کے تولنے کی جگہ ایک ہی ہونی چاہیئے۔ پھر وزنوں کی مساوات سے کمیت کی مساوات پر استدلال ہوسکتا ہے۔ کمیت کے معلوم کرنے میں اگرچہ وزن سے کام لینا پڑتا ہے۔ لیکن طالب علم کو یہ بات ہمیشہ یاد رکھنی چاہیئے کہ وزن اور کمیت ایک چیز نہیں۔ اِن دونوں میں بہت بڑا فرق ہے۔

کمیت ایک ایسی شے ہے کہ اِس کا تعلق اجسام کی اپنی ذات سے ہے اور وزن اُس اثر کی مقدار ہے جو زمین کی جاذبہ سے اجسام کے وجود پر پڑتا ہے۔

کمیت کا اندازہ ——— جس طرح طول کی پیمائش میں اِس بات کی ضرورت ہے کہ مقابلہ کے لئے ایک معیار مقرر کرلیا جائے اُسی طرح کمیت کا اندازہ کرنے کے لئے بھی ضروری ہے کہ کوئی معیار یا اِکائی مقرر ہو جائے۔ انگریزی سلطنت میں **نُقریہ** کے ایک خاص ٹکڑے کو معیار مان لیا گیا ہے۔ اِس ٹکڑے میں مادہ کی جتنی مقدار موجود ہے وُہی کمیت کی اِکائی ہے۔ یہ ٹکڑا دیوانِ تجارت کی تحویل میں رہتا ہے۔ **نُقریہ** کے اِس ٹکڑے کو **پونڈ کا شاہی معیار** کہتے ہیں۔ کمیت کے باقی پیمانے سب اِسی سے ماخوذ ہیں۔

باٹوں اور دوسرے پیمانوں کو جانچنے کے لئے ہر شہر میں دفتر مقرر ہیں جن میں سرکاری طور پر پونڈ کا باٹ رکھا رہتا ہے۔ اِس سے مقابلہ کرکے تاجروں کے باٹوں کو جانچ لیتے ہیں کہ آیا اُن میں مادہ کی کمیت ۱ پونڈ ہے یا اِس سے کم و بیش۔

کلوگرام اور گرام ——— فرانس اور دوسرے ملکوں میں جہاں میتری نظام رائج ہے کمیت کے معیار کو **کلوگرام** کہتے ہیں۔ کلوگرام کی تعریف یہ ہے کہ یہ ایک نُقریما کا ڈلا ہے جو اربابِ حکومت کی تحویل میں رہتا ہے۔ یہ ڈلا انگریزی پونڈ سے زیادہ بھاری ہے۔ چنانچہ اِس کا وزن ۲ $\frac{1}{5}$ پونڈ کے قریب ہے۔ اِس بات کا ذکر دلچسپی سے خالی نہ ہوگا کہ فرانس والوں نے اِس اِکائی کی بناء کس چیز پر رکھی ہے۔ ایک خاص متفق علیہ تپش پر ایک

مکعب سنتی میتر خالص پانی کے وزن کو گرام کہتے ہیں اور ایسے ایسے ہزار گراموں کو ملا کر کلو گرام بنا لیا ہے۔ اِس سے ظاہر ہے کہ کلو گرام تپشِ مذکور کے ایک ہزار مکعب سنتی میتر یعنی ایک لیتر خالص پانی کے وزن کا مساوی ہے۔ پھر کلو گرام کی تقسیم حسبِ ذیل ہے:-

کمیت کے میتری پیمانے

۱۰ ملی گرام	=	۱ سنتی گرام	۱۰ گرام	=	۱ دِکا گرام
۱۰ سنتی گرام	=	۱ دِسی گرام	۱۰ دِکا گرام	=	۱ ہِکتو گرام
۱۰ دِسی گرام	=	۱ گرام	۱۰ ہکتو گرام	=	۱ کِلو گرام

ذیل میں کمیت کے بعض انگریزی اور میتری پیمانوں کا تعلق درج ہے:-

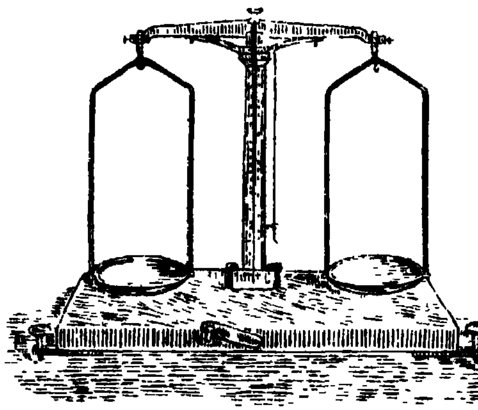
میتری		انگریزی	انگریزی		میتری
۱ گرام	=	۱۵٫۴۳۲۳ گرین	۱ اونس	=	۲۸٫۳۵ گرام
۱ کِلو گرام	=	۲٫۲۰۴۶ پونڈ	۱ پونڈ	=	۴۵۳٫۶ گرام

ترازو اور اُس کا اِستعمال

تولنے میں عموماً معمولی شکل کی پلڑےدار ترازوؤں سے کام لیا جاتا ہے جن کی ساخت اعلیٰ درجہ کی کاریگری کا نمونہ ہے۔اور کسی چیز کا صحیح وزن دریافت کرنے کے لئے یہی بہترین قاعدہ ہے۔اِس وضع کی عمدہ ترازو میں ایک ڈنڈی ہوتی ہے جو خانہ نما مسند پر رکھی رہتی ہے۔ یہ مسند عام طور پر فولاد کے ٹکڑے سے بناتے ہیں۔ اور

اگر ترازو میں اعلیٰ درجہ کی نزاکت پیدا کرنا منظور ہو تو فولاد کی بجائے عقیق اِستعمال کرتے ہیں - عقیق کی خوبی یہ ہے کہ اِس کے ساتھ ڈنڈی رگڑ نہیں کھاتی اور آسانی کے ساتھ اِس کے اُوپر حرکت کرسکتی ہے - اِس طرح وزنوں کے خفیف سے تفاوت کا احساس بھی گم نہیں ہونے پاتا - اِس فانہ نما مسند کو ایک ٹیکن کے اُوپر عین اُس نقطہ پر رکھتے ہیں جو ترازو کا مرکزِ جاذبہ ہے - فانہ کا باریک دھار دار کنارہ اُوپر کی طرف رہتا ہے - اِس دھار کے اُوپر ترازو کی ڈنڈی حرکت کرتی ہے - ڈنڈی کے دونوں سروں کے قریب بھی اِسی شکل کا فولاد یا عقیق کا بنا ہؤا ایک ایک ٹکڑا لگا دیا جاتا ہے - یہ ٹکڑے پلڑوں کے لئے سہارے کا کام دیتے ہیں - ڈنڈی کے مرکز پر ایک لمبا سا نمائندہ لگا رہتا ہے - ڈنڈی ہلتی ہے تو اِس کے ساتھ یہ نمائندہ بھی حرکت کرتا ہے - ٹیکن کے ساتھ اِس کے پاؤں کے قریب پیمانہ لگا دیتے ہیں - اِس سے نمائندہ کی حرکت کا اندازہ ہوتا رہتا ہے - ترازو نقص سے پاک ہے تو اِس کے تعاول کے وقت نمائندہ پیمانہ کے عین وسط پر کھڑا ہوگا - صحیح ترازو کے لئے ضروری ہے کہ ڈنڈی کے دونوں بازو لمبائی میں ایک دوسرے کے برابر ہوں - پلڑوں کے وزن میں بھی فرق نہ ہونا چاہیئے تاکہ جب خالی پلڑے ڈنڈی کے ساتھ لٹک رہے ہوں تو سکون کی حالت میں ڈنڈی اُفق کے متوازی رہے - اور نمائندہ پیمانہ کے عین وسط پر ٹھیر جائے - ترازو میں یہ تمام شرائط موجود ہوں تو اُسے صحیح ترازو سمجھنا چاہیئے - اور اگر ان میں سے کوئی شرط ناپید ہے تو سمجھو کہ

ترازو ناقص ہے - اس سے وزن کا صحیح اندازہ نہیں ہو سکتا۔



شکل ۳۶ - طبعی ترازو -

شکل ۳۶ پر غور کرو - یہ ترازو کی تصویر ہے - اس میں تمام ضروری چیزیں دکھا دی گئی ہیں - غور سے دیکھو تو ڈنڈی کے سروں پر دھات کا ایک ایک حلقہ نظر آئیگا - یہ دونوں حلقے چوڑیدار ہیں - گھمانے سے اِدھر اُدھر سرک سکتے ہیں - پلڑوں کے وزن میں کچھ فرق ہو تو اِن حلقوں کو آگے پیچھے سرکا کر یہ فرق پورا کر لیتے ہیں - ٹیکن کے پہلو میں ایک شاقول لٹکتا رہتا ہے - اِس سے یہ معلوم ہوجاتا ہے کہ آیا ٹیکن عموداً کھڑی ہے یا کسی طرف جھکی ہوئی ہے - جھکی ہوئی ہوگی تو ترازو ٹھیک کام نہ دے سکیگی - اِس نقص کے تدارک کے لئے ترازو کے پائیدان کے نیچے تین چوڑیدار پائے لگے رہتے ہیں - اُن کے اُوپر چوڑیدار حلقے ہوتے ہیں - اِن حلقوں کو گھمانے سے پایوں کی بلندی کم و بیش ہو سکتی ہے - اور اِس سے نقصِ مذکور

کے دفعیہ کے لئے رستہ پیدا ہو جاتا ہے۔

علمی کاموں میں جو ترازو استعمال ہوتی ہے اُس کی یہ ایک معمولی سی صورت ہے۔ ترازو میں اعلیٰ درجہ کی نزاکت منظور ہو تو ان کے علاوہ اور باتیں بھی ہیں جن کا خیال رکھنا ضروری ہے۔ کیمیائی ترازو کا حال پڑھوگے تو اِس قسم کی تمام احتیاطیں تم پر روشن ہو جائینگی۔

تولنے کا قاعدہ یہ ہے کہ جس چیز کا وزن معلوم کرنا ہو اُس کو ترازو کے بائیں پلڑے میں رکھتے ہیں۔ اور باٹ دائیں پلڑے میں ڈالتے ہیں۔ اِس سے تولنے میں سہولت رہتی ہے۔ چیز کا وزن پلڑے میں رکھے ہوئے باٹوں کے برابر ہو جاوے تو سکون کی حالت میں ترازو کی ڈنڈی اُفق کے متوازی رہتی ہے اور نشانہ اِدھر اُدھر جھول کر آخر پیمانہ کے وسط پر ٹھیر جاتا ہے۔

ترازو میں کوئی نقص ہو تو اِس سے کام لینے کا عمدہ طریقہ یہ ہے کہ ایک پلڑے میں تولنے کی چیز رکھ دو اور دوسرے پلڑے میں ریت کی کافی مقدار یا سیسے وغیرہ کی گولیاں ڈال کر اُس کا پاسنگ کر لو۔ اِس کے بعد تولنے کی چیز کو اُٹھا لو اور اُس کی جگہ پلڑے میں باٹ رکھ کر پھر پاسنگ کرو۔ جتنے باٹ اِس پلڑے میں پڑینگے وُہی اِس چیز کا وزن ہوگا۔ اِس قاعدہ میں چونکہ تولنے کی چیز اور باٹ دونوں کے لئے ایک ہی پلڑا استعمال ہوتا ہے اِس سے ترازو کے نقص کا وزن پر اثر نہیں پڑتا۔ بیرم کا اُصول پڑھ لوگے تو یہ عقدہ خود بخود حل ہو جائیگا۔

باٹ ——— تولنے کا دستور یہ ہے کہ اِس میں دھات کے مختلف وزنوں کے ٹکڑوں سے کام لیا جاتا ہے جن کی مقدار پہلے سے معین ہو چکی ہوتی ہے۔ اِن معین مقدار کے دھاتی ٹکڑوں کو **باٹ** کہتے ہیں۔ باٹوں کی مدد سے ہم معلوم کر سکتے ہیں کہ کسی جسم کے اندر مادہ کی کتنی مقدار موجود ہے۔

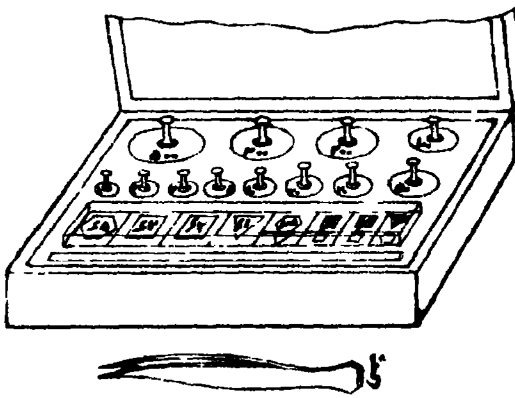
باٹوں کا مکمل مجموعہ ——— علمی کاموں میں زیادہ تر کمیت کی میتری اکائیاں استعمال ہوتی ہیں۔ چنانچہ باٹوں کے کسی صندوقچہ کو کھول کر دیکھو تو اُس میں باٹوں کے اُوپر گراموں اور ملی گراموں کے نشان ہونگے۔ یہ سارا مجموعہ، لکڑی کے ایک چھوٹے سے صندوقچہ میں ترتیب وار رکھا رہتا ہے۔ بڑے باٹ ایک گرام کی مقدار تک عموماً پیتل کے بنائے جاتے ہیں۔ اور گرام کی کسریں نقریہ یا زاجیہ کی بناتے ہیں۔ مکمل مجموعہ میں مندرجہ ذیل باٹوں کا ہونا ضروری ہے جو صندوقچہ کے اندر اِسی ترتیب سے رکھے جاتے ہیں:-

طالب علم کو چاہیئے کہ نہ صرف اِن باٹوں کے ناموں اور اُن کی مقداروں ہی سے آگاہی حاصل کرے بلکہ صندوقچہ میں اُن کے لئے جو جگہیں مقرر ہیں اُن سے بھی واقف ہونا ضروری ہے۔ اُسے اِس بات کی مشق بہم پہنچانا چاہیئے کہ کسی چیز کے تولنے کے لئے باٹوں کو ترازو کے پلڑے میں رکھ دے تو صندوقچہ میں اُن کی خالی جگہوں کو دیکھ کر معلوم کر سکے کہ کس کس مقدار کے باٹ استعمال میں آئے ہیں

١٠٠ ٢٠٠ ٢٠٠ ٥٠٠

٥٠ ٢٠ ٢٠ ١٠ ٥ ٢ ٢ ١

٠ر٠١ ٠ر٠٢ ٠ر٠٢ ٠ر٠٥ ٠ر١ ٠ر٢ ٠ر٢ ٠ر٥



شکل ۳۷ - میٹری باٹوں کا صندوقچہ ۔

صندوقچہ کے اندر ایک چمٹی کا ہونا بھی ضروری ہے۔ باٹوں کو پلڑے میں ڈالنا یا پلڑے سے اُٹھا کر صندوقچہ میں رکھنا ہو تو اِس چمٹی سے کام لینا چاہیئے ۔ باٹوں کو ہاتھ سے چُھونے کی سخت ممانعت ہے۔ اگر ہاتھ سے چھوؤگے تو ہاتھ کے میل، چکنائی اور پسینے وغیرہ سے باٹوں کی مقدار میں فرق آجائیگا ۔ اور وہ بیکار ہو جائینگے ۔

باٹوں کے اِستعمال کا طریقہ یہ ہے کہ جس چیز کو تولنا منظور ہو اُسے ترازو کے بائیں پلڑے میں رکھ دو اور دائیں پلڑے میں اِتنے باٹ ڈالو کہ بائیں پلڑے میں رکھی ہوئی چیز کے ہموزن ہو جائیں ۔

فرض کرو کہ بائیں پلڑے میں ۲۰ + ۱۰ گرام ڈالے ہیں اور دستہ کو گھما کر پلڑوں کو اٹھانے سے معلوم ہوا کہ نشاندہ بائیں پلڑے کی طرف آگیا ہے۔ اِس سے ہم یہ سمجھینگے کہ باٹ زیادہ وزنی ہیں۔ اِس لئے ۱۰ گرام کا باٹ اُٹھا کر اِس کی بجائے وہ باٹ رکھنا چاہیئے جو ترتیب میں اِس کے بعد آتا ہے۔ صندوقچہ کو دیکھو۔ اِس باٹ کی قیمت ۵ گرام ہے۔ اب اگر یہ معلوم ہو کہ باٹوں کا وزن کم ہے تو دو گرام کا باٹ بھی رکھ دو۔ اور اگر اِس سے بھی وزن پورا نہ ہو تو ۲ گرام کا دوسرا باٹ بھی اِستعمال کرو۔ اِس کے بعد کا عمل حسبِ ذیل ہے:—

۲۰ + ۵ + ۲ + ۲	زیادہ ہوگیا۔
۲۰ + ۵ + ۲ + ۱	کم ہو گیا۔
۲۰ + ۵ + ۲ + ۱ + ۰٫۵	ابھی کم ہے۔
۲۰ + ۵ + ۲ + ۱ + ۰٫۵ + ۰٫۲	زیادہ ہوگیا۔
۲۰ + ۵ + ۲ + ۱ + ۰٫۵ + ۰٫۱	ابھی زیادہ ہے۔
۲۰ + ۵ + ۲ + ۱ + ۰٫۵ + ۰٫۰۵	تقریباً صحیح ہے۔

لہٰذا چیز مذکور کا وزن ۲۸٫۵۵ گرام ہے۔

تولنے میں خاص احتیاطیں

اؔ۔ شاقول کی مدد سے اِس بات کا اطمینان کرلو کہ ترازو کے پائیدان کی سطح اُفق کے متوازی ہے یا نہیں۔ اُفق کے متوازی نہیں تو سمجھو کہ ٹیکن عمودی حالت میں نہیں۔

۲- اِس بات کو دیکھ لو کہ پلڑے خشک اور صاف ہیں یا نہیں -

۳- دستہ کو گُھما کر ڈنڈی کو مسند سے اُوپر اُٹھا دو- دیکھو نمائندہ پیمانہ کے نقطۂ وسط کے دونوں پہلوؤں پر یکساں گھومتا ہے یا نہیں- ضرورت ہو تو ڈنڈی کے سِروں پر جو پیچ لگے ہیں اُن کو آگے یا پیچھے ہٹا کر ترازو کو ٹھیک کر لو- تاکہ نمائندہ کی حرکت پیمانہ کے نقطۂ وسط کے دونوں پہلوؤں پر مساوی ہو جائے-

۴- ترازو کی حرکت بند کرنے میں ترازو کو جھٹکا نہ دینا چاہیئے- نمائندہ اپنے مرکزی محل کے قریب آجائے تو دستہ گُھما کر ڈنڈی کو آہستہ سے مسند پر بٹھا دو-

۵- تولنے کی چیز ہمیشہ بائیں پلڑے میں رکھو اور باٹ دائیں پلڑے میں-

۶- باٹوں کو نکالنے یا ڈالنے کے وقت ڈنڈی کو مسند پر بٹھا لینا چاہیئے-

۷- ترازو کو مسند پر اُٹھانے بٹھانے میں بائیں ہاتھ سے کام لو اور باٹوں کو دائیں ہاتھ سے اِستعمال کرو- باٹوں کو ہمیشہ چمٹی سے پکڑو- ہاتھ سے پکڑو گے تو بیکار ہو جائینگے-

۸- کسی چیز کو گرم گرم مت تولو- گرمی سے ہوا میں حرکت پیدا ہوتی ہے اور وہ ترازو کو ہلا دیتی ہے-

۹- نمائندہ کی حرکت دیکھ رہے ہو تو ترازو کے صندوق کا دروازہ بند کردو- ورنہ تمہارے جسم کی گرمی، تمہاری سانس اور

ہوا کے جھونکوں سے ترازو کو چین نصیب نہ ہوگا۔

۱۰- باٹوں کو صندوقچہ میں ہمیشہ اُن کی مقرر جگہوں پر رکھنا چاہیئے۔

ترازو کے متعلق اور بھی کئی باتیں ضروری ہیں - انہیں ہم بیرم کے ضمن میں بیان کرینگے - جب تک بیرم کا اُصول ذہن نشین نہ ہوجائے اِن باتوں کی علمی قدر و قیمت کا سمجھنا مشکل ہے۔ طالب علم کو چاہیئے کہ ترازو کے اِستعمال میں کافی مشق بہم پہنچا لے - اِس مطلب کے لیئے ذیل کے تجربے زیادہ موزون ہونگے - اِن تجربوں کے ضمن میں کئی علمی باتیں بھی معلوم ہوجائینگی جن کا جاننا طالبِ علم کے لیئے ضروری ہے اور اِن کو مستقل عنوان کی تحت میں بیان کرنے کی اِس کتاب میں گنجائش نہیں -

تجربہ ۲۶ ——— ناپنے کی صراحی کی درجہ بندی

شیشہ کی ایک ایسی صراحی منتخب کرلو کہ اُس میں کسی معلوم تپش پر ۵۰ مکعب سمر (یا ۱۰۰ مکعب سمر) ٹھنڈا پانی ڈالا جائے تو پانی کی ہلالی سطح صُراحی کی گردن میں آجائے۔ صراحی کو احتیاط سے خشک کرکے تول لو۔ اِس مطلب کے لیئے ترازو میں جو باٹ رکھے جائیں اُن کے ساتھ ۵۰ گرام اور رکھ دو۔ پھر صراحی میں ٹھنڈا پانی ڈالو یہاں تک کہ وہ باٹوں کے ساتھ تقریباً ہموزن ہوجائے - اِس کے بعد کسی تنگ نلی کی مدد سے صراحی میں قطرہ قطرہ کرکے پانی ڈالو تاکہ باٹوں کے ساتھ ٹھیک ٹھیک توازن ہوجائے - اتفاقاً ضرورت سے زیادہ پانی پڑ جائے تو اِس میں جاذب کاغذ کا سِرا ڈبوکر زائد مقدار باہر نکال دو - جب صراحی اور باٹ عین توازن میں آجائیں تو صُراحی کو اٹھا لو اور اُس کی گردن پر پانی کی ہلالی سطح کے عین نچلے حصہ کے محاذی مثلث ریتی سے کُھرچ کر نشان کرلو - اب تمہاری صراحی کی درجہ بندی

ہوگئی ہے - اِس نشان تک اُس میں ٹھیک مذکور کا ۵۰ مکعب سمر پانی آئیگا -

صُراحی کا پانی کسی اور نپے ہوئے برتن میں ڈالو تو تم دیکھوگے کہ پانی ۵۰ مکعب سمر سے قدرے کم نکلا ہے - کچھ پانی صُراحی کے اندر رہ گیا ہے اور اُس کی اندرونی سطح کو بھگو رہا ہے - اگر تم صُراحی کی درجہ بندی اِس طرح چاہتے ہو کہ نکالنے پر اِس سے ٹھیک ۵۰ مکعب سمر پانی نکل سکے تو دھڑا کرنے کے وقت صُراحی کی اندرونی سطح کو پانی سے بھگولینا چاہیئے - اِس کا طریق حسبِ ذیل ہے -

صُراحی کو پانی سے بھرو - پھر پانی کو پھینک دو اور تقریباً ۵ ثانیہ تک صُراحی کو اُلٹائے رہو - اِس کے بعد صُراحی کا دھڑا کرو - اور حسبِ طریقِ بالا اِس میں اِتنا پانی ڈالو کہ ۵۰ گرام ہوجائے - اب گردن پر بالائی سطح کے محاذی نشان کرلو - اِس صورت میں نشان تک بھر کر صُراحی سے پانی نکالوگے تو عین اُتنی ہی دیر تک یعنی ۵ ثانیہ کے قریب اُلٹا رکھنے کے بعد اِس سے ٹھیک ۵۰ مکعب سمر پانی نِکل جائیگا -

تعییر

صحیح تجربوں میں اِس بات کی ضرورت رہتی ہے کہ درجہ دار برتن مثلاً نالچہ، ظرفک، یا اُستوانی کی درجہ بندی میں غلطی نہ ہو - اور یہ نقص اکثر دیکھا جاتا ہے کہ بنانے والے بداحتیاطی سے کام لیتے ہیں اور درجہ بندی میں غلطی ہوجاتی ہے - اِس لئے ضروری ہے کہ اِستعمال سے پہلے اِس قسم کے برتنوں کی درجہ بندی کا امتحان کرلیا جائے - اِس قسم کے امتحان کو طبیعیات کی زبان میں تعییر کہتے ہیں - ذیل کے تجربوں میں اِس مطلب کے لئے تقریبی سے قاعدے بیان کئے گئے ہیں - اِن تجربوں میں تولنے کی بھی مشق ہوتی جائیگی -

تجربہ ۲۷ ــــــ نالچہ کی تعیین

تجربہ میں کشید کیا ہوا پانی استعمال کرو جو کئی گھنٹے تک کمرے میں رکھا رہا ہو۔ اس کی تپش دیکھ لو۔ ۱۰ مکعب سمر کا ایک نالچہ لو۔ اور اُس کو اندر سے بخوبی صاف کرلو۔ ایک چھوٹی سی چوڑے مُنہ کی صراحی کو بھی صاف اور خشک کرلو۔ پھر اِس صراحی کا مُنہ چھوٹے سے شیشۂ ساعت سے ڈھک دو اور دونوں کا ایک ساتھ وزن کرلو۔ نالچہ میں کشید کیا ہوا پانی بھرو اور پانی کی ہلالی سطح کو یوں ترتیب دو کہ وہ درجہ بندی کے نشان پر آجائے۔ اِس پانی کو تُلی ہوئی صراحی میں ڈال دو۔ جب نالچہ سے پانی کا نکلنا رُک جائے تو چند ثانیوں کے بعد صراحی کی گردن کو نالچہ کی نوک سے چُھو لو۔ اِس احتیاط کی ضرورت ہم پہلے بتاچکے ہیں۔ اب صراحی کو پھر اُسی شیشۂ ساعت سے ڈھک کر تولو۔ جتنے گرام اِس پانی کا وزن ہوگا اُتنے ہی مکعب سمر تمہارے نالچہ کی گنجائش ہے بشرطیکہ پانی کی تپش ۱۵° م سے زیادہ نہ ہو۔ اس میں شک نہیں کہ تپشِ مذکور پر بھی ا گرام پانی کے حجم کو ا مکعب سمر مان لینے سے کچھ نہ کچھ غلطی ہوجاتی ہے۔ لیکن اِس غلطی کی مقدار ا فی ہزار سے زیادہ نہیں۔

امتحان مذکور سے نالچہ کی درجہ بندی میں اگر اِس قدر غلطی معلوم ہو کہ اُس کو نظر انداز کردینا خطرہ سے خالی نہیں تو نالچہ کے اُوپر والے حصہ پر کاغذ کی ایک پتلی سی پٹی چپکادو۔ اور بار بار امتحان کرکے وہ محل معلوم کرو جہاں ہلالی سطح کو رکھنے سے نالچہ میں ٹھیک ۱۰ مکعب سمر پانی سما جاتا ہے۔ پھر اس مقام پر ریتی سے کھینچ کر مستقل نشان بنادو۔

تجربہ ۲۸ ــــــ ظرفک کی تعیین

ظرفک کو اندر سے صاف کرلو۔ اور کسی چوبی شیکن کے شکنجہ میں سیدھا کھڑا کردو۔ پھر اُس میں کمرے کی تپش کا کشید کیا ہوا پانی بھرو۔ پھر ڈاٹ

کھول کر تھوڑا سا پانی نکال دو تاکہ ظرفک کی نوک میں ہوا باقی نہ رہے۔ پانی کی مقدار کم و بیش کر کے ہلالی سطح کو ظرفک پر کُھدے ہوئے پیمانہ کے صفر پر لے آؤ۔ ظرفک کی نوک کے ساتھ پانی کا قطرہ لٹک رہا ہو تو اُسے شیشہ کی سلاخ سے چھو کر الگ کر دو۔ ایک چھوٹی سی صُراحی کو شیشۂ ساعت سے ڈھک کر تول لو۔ پھر ڈاٹ کھول کر اِس صُراحی میں ظرفک سے اِتنا پانی ڈالو کہ ظرفک میں پانی کی ہلالی سطح ۱۰ مکعب سمر کے نشان کے محاذی آجائے۔ ظرفک کی نوک پر جو آخری قطرہ لٹک رہا ہے اُس کو صُراحی کی گردن سے چھو کر صُراحی میں لے لو۔ اب صراحی کو اُسی شیشۂ ساعت سے ڈھک کر پھر تولو۔ اِسی طرح ظرفک سے اِس قدر اور پانی صُراحی میں لے لو کہ ہلالی سطح ۲۰ مکعب سمر کے نشان پر آجائے۔ دیکھو اِس پانی کا وزن کیا ہے۔ ظرفک کے آخری نشان تک یہی عمل کرتے جاؤ۔ اِس سے معلوم ہو جائیگا کہ ظرفک پر لکھے ہوئے ہر ۱۰ مکعب سمر کے اندر کتنے وزن کا پانی سماتا ہے۔ اور اِس طرح اِس کی درجہ بندی کی غلطی ظاہر ہو جائیگی۔

ظرفک کے بتائے ہوئے پانی کے حجموں اور اُن کے جوابی وزنوں کی ترسیمی تعبیر کے لئے مربعدار کاغذ پر ایک مُنحنی تیار کرو۔

تجربہ ۲۹ ——— اُستوانی کی تعییر

اُستوانی کو صاف اور خشک کر لو۔ جس ظرفک کی تعییر کر چکے ہو، اُسے چوبی ٹیکن کے شکنجہ میں عموداً کھڑا کر دو۔ اور اُس میں پانی بھر دو۔ استوانی کو اِس کے نیچے رکھو۔ اور ظرفک سے معلوم حجموں کا پانی لے لے کر اُستوانی کے پیمانہ کا مقابلہ کرتے جاؤ۔ پھر ظرفک سے لئے ہوئے حجموں اور اُن کے مقابل کے اُستوانی کے نشانوں کو تعبیر کرنے کے لئے مربعدار کاغذ پر مُنحنی تیار کرو۔

تنگ نلی کی تراشِ عمودی ——— ذیل کے تجربہ میں اِس بات کی توضیح کی گئی ہے کہ نلی کی تراشِ عمودی بحسابِ اوسط کس طرح دریافت کرتے ہیں - اِس سے یہ بات بھی واضح ہو جائیگی کہ نلی کے مختلف مقامات پر تراشِ عمودی کے رقبہ میں کچھ فرق ہو تو وہ کیونکر معلوم ہوسکتا ہے -

تجربہ ۳۰ — شعری نلی کی تعییر - ایک اِس قسم کی نلی لو جو تپش پیما کے بنانے میں کام آتی ہے - اِس کا سوراخ گول (۱تا ۲ملم قطر) اور طول ۱ میٹر ہونا چاہیئے - نلی کو اندر سے صاف اور خشک کرو - پھر اُس کے ایک سِرے سے تقریباً ۱ سمر کے فاصلہ پر ریتی سے نشان کرلو - اِس کے بعد نلی کے ایک سرے پر ربڑ کی ایک باریک لمبی نلی چڑھا دو - اور اِس کی مدد سے شیشہ کی نلی میں چُوس کر خالص پارے کا تقریباً ۱۰ سمر لمبا ڈورا چڑھالو - پارے کی تپش دیکھو - پھر نلی کو صحیح تقسیم کیے کسی میٹری پیمانہ پر اِس طرح اُفقاً لٹا دو کہ ریتی سے بنایا ہؤا نشان پیمانہ کے صفر پر آجائے - نلی کو ہلا جُلا کر پارے کے عمل کو اِس طرح ترتیب دو کہ پارے کے ڈورے کا مرکز تقریباً پیمانہ کے ۵ سمر کے نشان پر رہے - اب احتیاط کے ساتھ ڈورے کا طول ناپ لو - اِس کے بعد ڈورے کو آگے بڑھاؤ یہاں تک کہ اُس کا مرکز ۱۵ سمر کے نشان پر پہنچ جائے - دیکھو اب اِس کا طول کتنا ہے - اِسی طرح ڈورے کے مرکز کو پیمانہ کے ۲۵ سمر، ۳۵ سمر، ۴۵ سمر، وغیرہ وغیرہ کے نشانوں پر رکھ کر عمل کرتے جاؤ یہاں تک کہ نلی کا دوسرا سِرا آجائے - اِس کے بعد ایک چینی کی کٹھالی کو تول کر پارے کا ڈورا اُس میں اُلٹ دو اور دوبارہ تول کر دیکھو کہ اِس پارے کا وزن کیا ہے - اِس بات کو فرض کرلو کہ کمرے کی تپش پر پارے کا وزن ۱۳٫۵۶ گرام فی مکعب سمر ہے - اور حساب لگاکر دیکھو

کہ ڈورے کے ہر محل کے لئے بالاوسط نلی کی تراشِ عمودی کا رقبہ کیا نکلتا ہے۔

ڈورے کے مرکز کے مختلف محلوں، اور ہر محل کی تراشِ عمودی کے اوسط، کی تعبیر کے لئے مربعدار کاغذ پر ایک منحنی تیار کرو۔

مثال

پارے کی تپش	۱۶° م
کٹھالی کا وزن	۴۸۴ء۷ گرام
کٹھالی اور پارے کا وزن	۴۶ ۲ء ۹ گرام
پارے کا وزن	۶۲ ۷ء ۱ گرام

لہذا پارے کا حجم = $\frac{\text{پارے کا وزن}}{\text{۱ مکعب سم پارے کا وزن}}$

= $\frac{\text{۱ء۷۶۲ گرام}}{\text{۱۳ء۵۶ گرام}}$

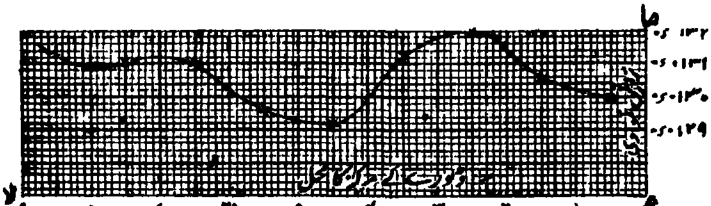
= ۰ء۱۳۰ مکعب سم

اور نلی کی تراشِ عمودی = $\frac{\text{حجم}}{\text{طول}}$

= $\frac{\text{۰ء۱۳۰}}{\text{طول}}$

= ...... مربع سم

ڈورے کے مرکز کا محل	ڈورے کا طول	تراش عمودی
۵	۱۰٫۰۰ سمر	۰٫۰۱۳۰ مربع سمر
۱۵	۹٫۹۵ 〃	۰٫۰۱۳۰۶ 〃
۲۵	۹٫۷۷ 〃	۰٫۰۱۳۲ 〃
۳۵	۹٫۹۰ 〃	۰٫۰۱۳۱۳ 〃
۴۵	۱۰٫۰۶ 〃	۰٫۰۱۲۹۲ 〃
۵۵	۱۰٫۰۲ 〃	۰٫۰۱۲۹۷ 〃
۶۵	۹٫۹۲ 〃	۰٫۰۱۳۱ 〃
۷۵	۹٫۹۲ 〃	۰٫۰۱۳۱ 〃
۸۵	۹٫۹۰ 〃	۰٫۰۱۳۱۳ 〃



شکل ۳۸ ۔ شعری نلی کا تعبیری منحنی ۔

تجربہ بالا میں جو اُصول بیان ہوا ہے اُس سے تپش پیما کی نلی کی تعبیر میں کام لیا جاتا ہے۔ چنانچہ تپش پیما کے جوف کے پارے سے ایک چھوٹا سا ڈورا جدا کرلیتے ہیں اور اُس کو

نلی میں مختلف مقامات پر رکھ کر دیکھتے ہیں کہ نلی پر بنے ہوئے پیمانہ کی اکائیوں میں اِس ڈورے کا طول کیا ہے۔ نلی کے سوراخ کی تراشِ عمودی کا رقبہ ہرجگہ مساوی ہو تو نلی کے اندر مختلف مقامات پر پارے کے ڈورے کا طول بھی مساوی ہوگا - لیکن جن آلوں کی ساخت میں خاص طور پر احتیاط نہیں رہتی اُن میں عموماً یہی بات دیکھنے میں آتی ہے کہ ڈورے کا طول مختلف مقامات پر کسی قدر مختلف ہوتا ہے۔ جن آلوں کا یہ حال ہو اُن کے نشانات علمی کاموں میں قابلِ اعتبار نہیں -

پاریدار تپش پیما جن کو تپش کے نہایت صحیح اندازہ کے لئے استعمال کرنا مقصود ہوتا ہے اُن کی درجہ بندی کا امتحان اِسی قاعدہ سے کیا جاتا ہے- پھر تجربہ کے نتائج سے حسبِ قاعدہ منحنی تیار کر لیتے ہیں - اِس سے معلوم ہو جاتا ہے کہ پیمانہ کے مختلف مقامات پر کس قدر غلطی کا احتمال ہے -

سمتِ جاذبہ ——— ہم بتا چکے ہیں کہ زمین اپنی قوتِ جاذبہ کے زور سے مادی اجسام کو اپنی طرف کھینچتی ہے۔ اب سوال یہ ہے کہ اِس جاذبہ کی سمتِ عمل کیا ہوتی ہے۔ اِس بات کو معلوم کرنے کے لئے گرتی ہوئی چیزوں کا انداز دیکھنا چاہیئے- یا یہ دیکھنا چاہیئے کہ کوئی جسم ڈوری سے باندھ کر کسی بلند مقام سے لٹکا دیا جاتا ہے تو ڈوری کی کیا کیفیت ہوتی ہے۔ ڈوری کے ایک سرے کے ساتھ سیسے کی گولی یا کوئی اور وزنی چیز باندھ دو اور اس کا دوسرا سِرا کسی بلند مقام پر کھونٹی

کے ساتھ اِس طرح اٹکا دو کہ گولی آزادانہ لٹکتی رہے - یہ گولی جب سکون میں آجائیگی تو اس وقت ڈوری کے طول کی جو سمت ہوگی وہی زمین کے جاذبہ کی سمتِ عمل ہے -

اِس سادہ سے آلہ کا نام **شاقول یا سہاول** ہے - اور جاذبۂ زمین کے خطِ عمل کو **خطِ شاقولی** کہتے ہیں - شاقول کو تم نے اکثر دیکھا ہوگا - معماروں کے لئے یہ بڑے کام کی چیز ہے - اِس سے دیواروں کی عمودیت دیکھتے ہیں -

دو خطوطِ شاقولی قریب قریب ہوں تو ایک دوسرے کے متوازی معلوم ہوتے ہیں - اور معمولی اندازہ کے لئے اُن کو متوازی مان لیا جائے تو کچھ ہرج نہیں - لیکن اِس بات کو بھولنا نہ چاہیئے کہ جاذبہ اِس انداز سے عمل کرتی ہے کہ گویا زمین کا سارا مادہ سمٹ کر اُس کے مرکز پر اکٹھا ہوگیا ہے - جب یہ حال ہو تو ظاہر ہے کہ خطِ شاقولی کو علی الاستقامت بڑھاتے جائیں تو وہ آخرِکار زمین کے مرکز سے جا ملیگا - اِس سے تم سمجھ سکتے ہو کہ خطوطِ شاقولی میں حقیقی موازات کبھی پیدا نہیں ہوسکتی - وہ سب کے سب مرکزِ زمین پر جاکر ایک دوسرے سے مل جاتے ہیں

شاقولی خطوں کے درمیانی زاویہ کی مقدار ہمیشہ شاقولوں کے نقاطِ تعلیق کے درمیانی فاصلہ پر موقوف ہوتی ہے - فاصلہ زیادہ ہوگا تو زاویہ بڑا بنیگا - اور اگر فاصلہ کم ہوگا تو زاویہ بھی چھوٹا ہوگا - اِس بناء پر ہم یوں قیاس کر سکتے ہیں کہ دو شاقول قریب قریب لٹک رہے ہوں تو اُن کے خطوں سے

زمین کے مرکز پر جو زاویہ پیدا ہوگا وہ اِتنا خفیف سا ہوگا کہ اُس کو نظر انداز کردینے میں کچھ ہرج نہیں۔ اِس صورت میں ہم کہہ سکتے ہیں کہ شاقولی خط باہم متوازی ہیں۔

اُوپر، نیچے۔ بلند اور پست ———— اب آؤ ہم دیکھیں کہ ہم نے اُوپر، نیچے، بلند اور پست کی جو اصطلاحیں مقرر کر رکھی ہیں اُن کی اصلیت کیا ہے۔ اُوپر اور نیچے کی سمتیں مقرر کرتے ہیں تو اِس میں ہمیشہ مرکزِ زمین کی اضافت سے کام لیتے ہیں۔ جو سمت، زمین کے مرکز کی طرف ہو اُس کو ہم نیچا کہتے ہیں۔ اور جو اِس کے مخالف ہو اُس کا اُوپر نام رکھتے ہیں۔ اِن ہی دو اصطلاحوں سے پست اور بلند کی اصطلاحیں پیدا ہوگئی ہیں۔

عمودی سمت میں زمین کے مرکز سے جس چیز کا فاصلہ زیادہ ہو اُس کو ہم بلند کہتے ہیں اور جس کا فاصلہ کم ہو وہ پست کہلاتی ہے۔ اِس اعتبار سے ہمارے آس پاس کی جو چیزیں مرکزِ زمین سے مساوی فاصلوں پر ہیں وہ سب کی سب ایک سطحِ واحد میں واقع ہیں۔

اِس سے تم سمجھ سکتے ہو کہ اُوپر اور نیچے کا تفاوت محض ایک اعتباری چیز ہے۔ اِس تفاوت کو یوں یاد رکھو کہ رواجِ عام کی زبان میں سر کی سمت پر اونچائی کا اطلاق ہوتا ہے اور پیروں کی سمت پر نیچائی کا۔ انسان روئے زمین

جہاں کہیں بھی ہو زمین اُس کے پیروں کے نیچے ہے۔ اور وہ سقفِ نیلگوں جس کو آسمان کہتے ہیں ہر جگہ اُس کے سر کے اُوپر رہتی ہے۔ اس بناء پر ہم جس کو نیچے کی سمت کہتے ہیں، زمین کی دوسری طرف رہنے والوں کے لئے وُہی اُوپر کی سمت ہے۔

مادّی چیزیں روئے زمین پر اِس لئے قائم ہیں کہ زمین اپنی قوتِ جاذبہ سے اُن کو اپنے مرکز کی طرف کھینچتی ہے۔ زمین میں یہ قوت نہ ہوتی تو روئے زمین کی تمام چیزیں اُڑ اُڑا کر فضائے محیط میں منتشر ہو جاتیں۔

چوتھی فصل کی مشقیں

۱۔ ایک گول اور تنگ سوراخ کی لمبی نلی کا وزن ۱۴ر۶۵ گرام ہے۔ اس کے اندر ۱۰ر۵ سمر لبا پارے کا ڈورا چڑھا دیا تو اُس کا وزن ۱۹ر۱۳ گرام ہوگیا۔ پارے کا وزن ۱۳ر۶ گرام فی مکعب سمر ہو تو نلی کے سوراخ کا قُطر کیا ہوگا؟

۲۔ کسی چیز کی کمیتِ مادہ اور اُس کے وزن سے کیا مُراد ہے؟ اِن دونوں اصطلاحوں کا امتیاز بیان کرو اور بتاؤ اِس امتیاز کی کیوں ضرورت پڑتی ہے؟

۳۔ کانیدار ترازو کس اُصول پر بنائی گئی ہے؟ اِس ترازو کی درجہ بندی کا طریق کیا ہے؟

۴ - معمولی ترازو سے کسی چیز کو تولنے کا کیا طریقہ ہے؟ تولنے میں کن کن باتوں کی احتیاط ضروری ہے؟

۵ - انگریزی اور میٹری نظاموں میں طول، حجم اور کمیت مادہ کی اکائیاں کیا ہیں؟

۶ - میٹری نظام میں کمیت مادہ کی اکائی کس اصول پر مبنی ہے؟

دوسرا باب

سکونِ سیالات اور حِیَل

پہلی فصل

مادہ - اُس کی تین حالتیں اور عام خاصیتیں

پچھلی فصلوں میں تم مادہ کا نام پڑھتے آئے ہو۔ لیکن کیا تمہیں کبھی یہ خیال بھی آیا کہ مادہ چیز کیا ہے ؟ یہ سوال اِس قسم کا ہے کہ ابھی تک سائنس دانوں کو اِس کا جواب میسر نہیں آیا۔ مادہ کی ترکیب اور اُس کے خواص سے البتہ ہم بہت کچھ واقف ہو چکے ہیں۔ لیکن اِس بات کے متعلق ابھی تک کچھ معلوم نہیں کہ جس چیز کو ہم مادہ کہتے ہیں اُس کی اصلیت کیا ہے۔ تمہارے اِرد گِرد مادہ کی اِس قدر بہتات ہے کہ تمہارے ذہن اُس سے بخوبی آشنا ہیں۔ متکلم مادہ کا نام لیتا ہے تو تم فوراً سمجھ جاتے ہو کہ اُس کا مطلب کیا ہے تاہم علمی ترقی کے لئے ضروری ہے کہ مادہ کی تعریف تمہاری نگاہ میں رہے۔

کوئی چیز جتنی کثرت کے ساتھ ہماری نگاہ کے سامنے

آتی ہے اُسی قدر اُس کی تعریف کا بیان کرنا مشکل ہو جاتا ہے۔ یہی حال مادہ کا ہے۔ یہ سخت مشکل ہے کہ چند الفاظ میں مادہ کی کوئی جامع تعریف بیان کردی جائے۔ ذیل میں ہم ایک موٹی سی بات لکھ دیتے ہیں۔ اور تمہارے مطلب کے لئے فی الحال یہی کافی ہے۔

مادہ وہ چیز ہے جس کے لئے فضاء درکار ہے اور وزن اُس کی ایک خاص خصوصیت ہے۔

مادہ کو ہم عموماً تین حالتوں میں دیکھتے ہیں۔ اِن تینوں حالتوں کے لئے عرفِ عام میں الگ الگ نام ہیں۔ یعنی ٹھوس، مایع اور گیس۔ اِن کی امتیازی خاصیتوں کو یوں سمجھو کہ

ٹھوس کا حجم اور اُس کی شکل آسانی سے نہیں بدلتے۔ جب تک اچھی خاصی قوت نہ لگائی جائے یہ دونوں چیزیں اپنے حال پر قائم رہتی ہیں۔

مایع کی شکل آسانی سے بدل جاتی ہے۔ جس برتن میں ڈال دو وہ بے تکلف اُسی کی شکل اختیار کرلیتا ہے۔ لیکن اُس کے حجم کا یہ حال ہے کہ جب تک بہت بڑی قوت نہ لگائی جائے اُس میں کوئی فرق نہیں آتا۔

گیس میں نہ شکل کی پابندی ہے نہ حجم کی۔ جس برتن میں ڈال دو وہ فوراً اور بے تکلف اُسی کی شکل اور اُسی کا حجم اختیار کرلیگی۔

یہاں اِس بات کو بھی سمجھ لینا چاہئے کہ مایع اور

گیس کے لئے **سیال** کا لفظ بھی استعمال ہوتا ہے - یہ نام مادہ کی اِن دونوں صورتوں کے لئے مشترک ہے -

اکثر مادی اجسام اِس قسم کے بھی دیکھنے میں آتے ہیں کہ بظاہر تو ٹھوس معلوم ہوتے ہیں - لیکن اُن کے وجود میں بعض خواص مایع کے بھی پائے جاتے ہیں - لئی جو بہت گاڑھی نہ ہو ' اور فالودہ ' اِسی قسم کی مثالیں ہیں - اِس حالت کو ٹھوس اور مایع کی درمیانی کڑی سمجھنا چاہئے -

تبدیلِ حالت ـــــــ مادہ کی تین حالتیں اُس کی کسی ذاتی خصوصیت کا نتیجہ نہیں - چنانچہ **ایک ہی قسم کا** مادہ **تینوں حالتیں اختیار کرسکتا ہے** - اور اِس میں تقریبا تمام اجسام شامل ہیں - اِس کی مثالیں ذیل کے تجربوں میں دیکھو -

تجربہ ۱۳ ـــــــ یخ کا ایک ٹکڑا لو - دیکھو پتھر کی طرح ٹھوس نظر آتا ہے - اور اپنی ایک خاص شکل رکھتا ہے - موسم میں حرارت زیادہ نہیں اور ہوا میں کافی خنکی ہے تو یخ کا ٹکڑا اِسی انجاد کی حالت میں رہیگا -

تجربہ ۳۲ ـــــــ اِسی یخ کے ٹکڑے کو کوٹ کر گلاس میں ڈالو اور کسی گرم کمرے میں رکھ دو یا آگ سے حرارت پہنچاکر گرم کرو - دیکھو ذرا سی دیر میں یخ کا نام تک مٹ گیا - اب اُس کی جگہ پانی تمہاری نگاہ کے سامنے ہے - جس طرح جی چاہے تسلی کرلو - اِس میں پانی کے سب خواص موجود ہیں - اب وہ کسی مخصوص شکل کا پابند نہیں - جس برتن میں ڈال دوگے اُسی کی شکل اختیار کرلیگا - زمین پر اُنڈیل دوگے تو

بہنے لگیگا۔

تجربہ ۳۳ — اب اِسی پانی کو پھر گرم کرو۔ تھوڑی سی دیر میں پانی کھولنے لگیگا اور بخارات کی شکل میں تبدیل ہوتا جائیگا جو تمام کمرے کے اندر پھیل جائینگے۔ اِسی طرح آخر سارے کا سارا پانی غائب ہو جائیگا۔ بخار برتن سے نکلتے ہیں تو نظر نہیں آتے۔ اِس وقت پانی جو شکل اختیار کر لیتا ہے اُس کو **بھاپ** کہتے ہیں۔ یہی بھاپ برتن سے ذرا اُوپر اُٹھ جاتی ہے تو سفید ابر نما رنگ میں نظر آنے لگتی ہے۔ اِس کی وجہ یہ ہے کہ بھاپ کے ذرّے ٹھنڈے ہو کر پھر ایک دوسرے کے ساتھ مل جاتے ہیں اور چھوٹے چھوٹے قطروں کی شکل اختیار کر لیتے ہیں۔ سفید ابر نما رنگ میں جو کچھ نظر آتا ہے وہ یہی ننھے ننھے قطرے ہیں۔ ورنہ بھاپ تو ایک غیر مرئی چیز ہے۔

مادہ کی یہ تین حالتیں جو ہم نے بیان کی ہیں اُس کی طبیعی حالتیں ہیں۔ اِن حالتوں کا تفاوت جیسا کہ اُوپر کے تجربوں میں تم نے دیکھ لیا، زیادہ تر تپش کے اختلاف سے صورت پذیر ہوتا ہے۔ سُنار کو تم نے اکثر دیکھا ہوگا۔ چاندی کو کُٹھالی میں ڈال کر گرم کرتا ہے تو وہ پگھل کر پانی سی ہو جاتی ہے۔ اگر اُس کو اِتنی حرارت پہنچا دی جائے کہ اُس کی تپش بہت بلند ہو جائے تو یہی پگھلی ہوئی چاندی بخارات کی شکل اختیار کرلیگی۔ باقی دھاتوں کا بھی عموماً یہی حال ہے۔ تپش کی کمی بیشی سے تینوں حالتوں میں سے کوئی سی حالت پیدا ہوسکتی ہے۔ وُہی چاندی کی مثال لے لو۔ اس کے بخارات کو

ٹھنڈا کردو تو وہ جمع ہوکر مایع کی شکل اختیار کرلینگے۔ اور اگر اور ٹھنڈا کردوگے تو چاندی مایع سے ٹھوس کی حالت میں آجائیگی۔

بعض اجسام اِس قسم کے بھی ہیں کہ اُنہیں حرارت پہنچائی جائے تو مایع کی حالت اختیار نہیں کرتے۔اِس درمیانی برزخ کو چھوڑ کر براہِ راست ٹھوس سے گیس کی حالت میں چلے جاتے ہیں۔ پھر اُن کو ٹھنڈا کیا جاتا ہے تو اِس وقت بھی اِسی طرح درمیانی برزخ کو چھوڑ کر گیس سے براہِ راست ٹھوس بن جاتے ہیں۔کافور اِس قسم کی ایک عمدہ مثال ہے۔

تجربہ ۳۴ ــــــ ایک شیشہ کی صُراحی کو اِس قدر گرم کرو، کہ اُس کے پیندے پر اُنگلی رکھنا خطرہ سے خالی نہ ہو۔پھر اُس کے اندر ذرا سی **بنفشیلین** ڈال دو۔ بنفشین فوراً بنفشئی رنگ کے خوبصورت بخارات میں تبدیل ہو جائیگی۔ اِسی طرح کافور پر عمل کرو تو وہ بھی مایع کی شکل اختیار کرنے کے بغیر بخارات بن کر اُڑ جائیگا اِس واقعہ کو طبیعیات کی زبان میں **تصعید** کہتے ہیں ۔ اور جس چیز پر یہ واقعہ عاید ہوتا ہے اُسے کہتے ہیں کہ صعود کرگئی یا مصعّد ہو گئی ۔

حالتوں کی مزید تقسیم ــــــ ٹھوس کے امتیازی خواص کے بیان میں ہم نے اِس بات کا ذکر کیا تھا کہ جب تک کوئی بیرونی قوت عمل نہ کرے اُس کی شکل اپنے حال پر قائم رہتی ہے ۔اب یہ دیکھنا چاہیئے کہ بیرونی قوت کے عمل سے شکل میں جو فرق آجاتا ہے اُس کے اعتبار سے ٹھوس

کی کتنی قسمیں ہیں -

کوئی ایسا ٹھوس آج تک دیکھنے میں نہیں آیا کہ اُس پر بیرونی قوت عمل کرے اور اُس کی شکل پر کوئی اثر نہ ہو۔ تاہم ایسے اجسام اکثر ملتے ہیں کہ اُن کی شکل میں نہایت خفیف سا فرق پیدا ہوتا ہے جسے نظر انداز کردیا جائے تو کچھ ہرج نہیں ۔ قوت کا زور زیادہ ہو تو اِس قسم کے اجسام اکثر ٹوٹ جاتے ہیں ۔ اینٹ، پتھر، وغیرہ کو اِس کی مثال سمجھو۔ ایسے اجسام کو **اُستوار** کہتے ہیں ۔

بعض ٹھوس اِس قماش کے ہیں کہ اُن کے وجود پر معمولی سی قوت عمل کرے تو اِس سے بھی اُن کی شکل میں بہت کچھ تغیر آجاتا ہے ۔اِس قسم کے اجسام کو **ملائم** کہتے ہیں ۔ فالودہ اِس کی ایک انتہائی مثال ہے ۔ کمہار کی مٹی بھی اِسی جماعت میں داخل ہے ۔

مایعات کا یہ حال ہے کہ بعض آسانی سے بہ جاتے ہیں اور بعض ایسے ہیں کہ مشکل سے اور آہستہ آہستہ بہتے ہیں ۔ یہ اختلاف حقیقت میں لزوجت کے اختلاف کا نتیجہ ہے اور لزوجت کی کمی بیشی قوتِ اتصال کی کمی بیشی سے پیدا ہوتی ہے ۔لزوجت کی زیادتی، سیلان کی مانع ہے ۔ جب لزوجت میں کمی ہوتی ہے تو مایع کا سیلان سہل ہو جاتا ہے۔ قیر، پیچ، وغیرہ میں لزوجت زیادہ ہے ۔اِس لئے وہ مشکل سے بہتے ہیں ۔اور پانی، شراب، وغیرہ میں لزوجت کم ہے۔اِس لئے

وہ آسانی سے بہ جاتے ہیں۔ جس مایع میں لزوجت زیادہ ہوتی ہے اُسے لزِج کہتے ہیں۔ اور جس میں لزوجت کم ہو اُس کا سریع السیلان نام ہے۔

اِن خواص کی بنا پر مادہ کی حالتوں کی تقسیم حسبِ ذیل ہوگی :—

۱۔ ٹھوس { اُستوار / ملائم }

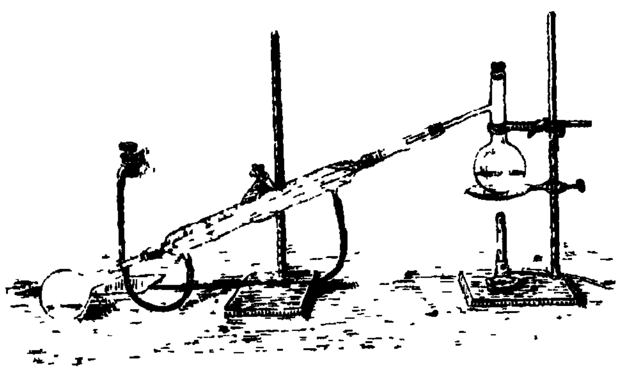
۲۔ مایع { لزِج / سریع السیلان }

۳۔ گیس

کمیت کا اِستقلال —— یہ بات اب تم بخوبی سمجھ چکے ہو کہ مادہ تین حالتوں میں سے ہر حالت اختیار کرسکتا ہے۔ ٹھوس مایع بن جاتا ہے۔ مایع بخار بن کر اُڑ جاتا ہے۔ لیکن اِس بات کو بھولنا نہ چاہیئے کہ اِس کی کمیت ہر حالت میں غیر متغیر رہتی ہے۔ حالت کے بدل جانے سے کمیتِ مادہ میں کوئی فرق نہیں آتا۔ یہ کلیہ ہر حالت پر صادق آتا ہے۔ حرارت کی کمی بیشی سے ہم کسی جسم کی حالت تو بدل سکتے ہیں۔ لیکن اُس کی کمیت کا بدل دینا ہماری طاقت سے باہر ہے۔

تجربہ ۲۵ —— پانی سے بھاپ۔ کشید کی

صراحی میں پانی کو جوش دو۔ اور جیسا کہ شکل ۳۹ میں دکھایا گیا ہے اُس کی بھاپ کو ایک اور صراحی میں اِس طرح لیتے جاؤ کہ اُس کا کوئی حصہ ضائع نہ ہونے پائے۔ بھاپ رستے میں ٹھنڈی ہو جائیگی اور پانی بن کر صراحی میں جمع ہوتی جائیگی۔ تجربہ کے آخر میں، تول کر دیکھ لو۔ اِس پانی کی کمیت اُتنی ہی ہوگی جتنی اُس پانی کی تھی جو کشید کی صراحی سے بھاپ بن کر نکل گیا ہے۔



شکل ۳۹۔ پانی کی کشید۔

تجربہ ۳۶ ـــ یخ سے پانی۔ شیشہ کی صراحی میں یخ کا ٹکڑا ڈال کر ترازو کے ایک پلڑے کے ساتھ لٹکا دو۔ اور دونوں کا ایک ساتھ دھڑا کرلو۔ پھر صراحی کو گرم کرکے یخ کو پگھلا دو۔ دیکھو ترازو کا دھڑا بدستور قائم ہے۔ یخ کے پانی ہو جانے سے اُس کی کمیت میں کوئی فرق نہیں آیا۔

تجربہ ۳۷ ـــ محلول۔ صراحی میں کچھ گرم پانی

ڈالو اور کاغذ میں تھوڑا سا نمک لے لو۔ پانی، صراحی، اور کاغذ میں رکھے ہوئے نمک کا ایک ساتھ دھڑا کرلو۔ پھر نمک کو پانی میں حل کردو۔ دیکھو دھڑے میں کوئی فرق پیدا نہیں ہؤا۔ یعنی مادہ کی مجموعی کمیت مستقل ہے۔

مادہ کی ترکیب ـــــــ کسی ٹھوس کو گرم کرتے جاؤ تو وہ تپش کی ایک خاص حد پر پہنچ کر مایع بن جاتا ہے۔ پھر اَور گرم کرو تو ایک اَور حد آجاتی ہے جہاں وُہی جسم بخار کی شکل اختیار کرنے لگتا ہے۔ اب آؤ یہ دیکھیں کہ مادہ کے اندر وہ کون سی چیز ہے جس میں فرق آجانے سے مادی جسموں کی **حالت** بدل جاتی ہے۔

کوئی ٹھوس جسم لے کر اُس کو دونوں طرف کھینچو اور اِس بات کی کوشش کرو کہ اُسے کھینچ کر دو ٹکڑے کردو۔ دیکھو یہ کام کس قدر دُشوار ہے۔ پھر وہ کون سی چیز ہے جو اِس ٹھوس کے اجزا کو الگ الگ نہیں ہونے دیتی؟ تم پڑھ چکے ہو کہ مادہ چھوٹے چھوٹے ذرّوں کے اجتماع سے صورت پذیر ہوتا ہے۔ اِن چھوٹے چھوٹے ذرّوں کو **سالمات** کہتے ہیں۔ سالمات کے وجود میں ایک قسم کی کشش پائی جاتی ہے جس کے باعث وہ ایک دوسرے کی طرف کھنچے رہتے ہیں۔ یہ کشش جس قوت کا نتیجہ ہے اُسے طبیعیات کی اصطلاح میں **قوتِ اتصال** کہتے ہیں۔ یہ اِسی قوت کا نتیجہ ہے کہ جسموں کے اجزا ایک دوسرے کے ساتھ ملے رہتے ہیں۔

کسی ٹھوس کو ہم توڑنا چاہتے ہیں تو یہی قوت ہماری قوت کی مزاحمت کرتی ہے اور اُسے کارگر نہیں ہونے دیتی - جب تک ہماری قوت اِس قوت پر غالب نہ آجائے ٹھوس کا ٹوٹنا ممکن نہیں -

تم ندی کے پانی میں چلتے ہو تو کس قدر دقّت معلوم ہوتی ہے - پانی کے اجزا ایک دوسرے کی طرف کھنچے ہوئے ہیں - تمہاری ٹانگیں اُن کو جُدا کرنا چاہتی ہیں اور اُن کی باہمی کشش مانع ہوتی ہے - یہ کشش بھی اِسی قوتِ اتصال کا نتیجہ ہے - پیالی میں پارا بھر کر اُس میں اپنی اُنگلی ڈبونے کی کوشش کرو - تمہیں محسوس ہوگا کہ کوئی چیز اِس میں رُکاوٹ پیدا کر رہی ہے - یہ بھی قوتِ اتصال ہی کا کرشمہ ہے - ٹھوس کی طرح مایع جسموں میں بھی قوتِ اتصال موجود ہے - لیکن مایع جسموں میں اِس کا وہ زور نہیں رہتا جو ٹھوس جسموں میں پایا جاتا ہے - مایعات میں جو لزوجت کی کمی بیشی دیکھنے میں آتی ہے وہ حقیقت میں اِسی قوتِ اتصال کی کمی بیشی سے پیدا ہوتی ہے - گیسوں میں یہ قوت اِس قدر کم ہے کہ اکثر اِس کا احساس بھی نہیں ہوتا - چنانچہ زمین پر چلنے پھرنے میں ہمیں یہ محسوس نہیں ہوتا کہ کسی مادی جسم میں سے گزر رہے ہیں - حالانکہ یہ ظاہر ہے کہ ہمیں ہوا کے جسم کو چیر کر رستہ بنانا پڑتا ہے -

کسی مکان کے اندر تھوڑی سی گندک جلادو تو ذرا سی

دیر میں ایک بُودار گیس تمام کمرے کے اندر پھیل جائیگی۔ اِس واقعہ کی حقیقت یہ ہے کہ گندک کو ہوا میں رکھ کر ایک خاص درجۂ تپش تک حرارت پہنچائی جاتی ہے تو وہ ہوا کی مائین کے ساتھ مِل کر ایک کیمیائی مرکب پیدا کرتی ہے۔ یہ مرکب تپش کی معمولی حالتوں میں گیس کی شکل میں رہتا ہے۔ اِس گیس کو ہم نے اِس کی بُو سے پہچانا ہے کہ تمام کمرے کے اندر پھیل گئی ہے۔ اِسی طرح کوئی رنگدار گیس لے کر کمرے کے اندر چھوڑ دو تو وہ بھی تمام کمرے میں پھیل جائیگی۔ اور اگر اُس کی مقدار کافی ہے تو تم اُس کے رنگ سے پہچان لوگے کہ گیس تمام کمرے میں پھیل گئی ہے۔

گلاس میں پانی ڈالو اور اُس کے اندر مصری کی ڈلی چھوڑ دو۔ تھوڑی سی دیر میں مصری گھُل کر پانی کے ساتھ ایک جان ہو جائیگی۔ اور تم دیکھوگے کہ پانی کے حجم میں کوئی قابلِ لحاظ فرق نہیں آیا۔ چاندی یا سونے کی ڈلی پر تھوڑا سا پارا رکھ دو۔ پارا اِن دھاتوں کے اندر گھُس جائیگا۔ اور اُن کا حجم وُہی رہیگا جو اِس سے پہلے تھا۔

مادہ کی تعریف میں ہم نے اُس کی یہ خاصیت بتائی تھی کہ مادہ کے سمانے کے لئے فضاء درکار ہے۔ مادہ کو جہاں اور جس حال میں رکھوگے کچھ نہ کچھ جگہ ضرور گھیر لیگا۔ پھر یہ چیزیں جن کا اُوپر کی تقریروں میں ذکر آیا ہے کہاں غائب ہوگئیں! جس فضاء میں وہ سما گئی ہیں اُس کو تو

پہلے ہی سے مادہ نے گھیر رکھا تھا۔ ذرا میرے جسم پر غور کرو۔ فضاء کے جس حصہ کو میں نے گھیر رکھا ہے تم چاہو کہ اسی وقت تمہارا جسم بھی اُس کے اندر آجائے تو یہ ممکن نہیں۔ بیس مکعب سنتی میتر پانی لے کر اُس کے اندر دس مکعب سنتی میتر پارہ ڈال دو تو اِن دونوں کے لئے اب تیس مکعب سنتی میتر فضا درکار ہوگی۔ پارا اور پانی دونوں اِسی قدر فضا میں نہیں سما سکتے جس میں اکیلا پانی یا اکیلا پارا سمایا ہؤا تھا۔

پھر بتاؤ مصری یا نمک کی ڈلی پانی میں ڈال دیتے ہیں یا پارے کو چاندی کی ڈلی پر رکھ دیتے ہیں تو یہ چیزیں کہاں غائب ہو جاتی ہیں! اِس کی کیا وجہ ہے کہ یہ چیزیں بھی اُسی فضا کے اندر کھپ جاتی ہیں جو پہلے ہی سے پانی کے جسم یا چاندی کی ڈلی نے روک رکھی ہے!! اِس قسم کے واقعات کی توجیہ کے لئے اہلِ علم نے مان لیا ہے کہ مادہ کی مختلف شکلیں سالمات کے اجتماع سے ظہور میں آتی ہیں۔ سالمات کا اجتماع اِس طرح نہیں ہوتا کہ وہ ایک دوسرے کے ساتھ فی الواقع مَس کرتے رہیں۔ اُن کے درمیان کچھ نہ کچھ فاصلہ ضرور رہتا ہے۔ ہم مصری کو پانی میں گھول دیتے ہیں یا کسی ایک مایع کو دوسرے مایع میں ملاکر ایک جان کر دیتے ہیں تو یہی سالمات کے درمیانی فاصلے ہیں جن کے اندر یہ جسم کھپ جاتے ہیں۔ اِن فاصلوں کی مقدار ٹھوس جسموں میں سب سے کم ہوتی ہے۔

چنانچہ ٹھوس ٹوٹ جاتا ہے تو پھر ٹوٹے ہوئے کناروں کو ایک دوسرے کے ساتھ ملا دینے سے اُن کا جوڑ لینا ممکن نہیں۔ ٹوٹے ہوئے ٹکڑوں کو ہم ایک دوسرے سے اِتنا قریب نہیں لا سکتے کہ سالمات کا درمیانی فاصلہ اتنا کم ہو جائے جتنا کہ اُن کے ایک دوسرے کی کشش کے حلقۂ اثر میں آنے کے لئے ضروری ہے۔ سالمات کے درمیانی فاصلوں کے اعتبار سے مایعات دوسرے لمبر پر ہیں۔ اِن کے سالمات کے درمیان ٹھوس جسموں کی بہ نسبت زیادہ فاصلے رہتے ہیں۔ اور گیسوں کا تو یہ حال ہے کہ اِن کے سالمات میں گویا اتصال کی قوت ہی نہیں۔ اِن کے سالمات کے درمیان معتدبہ فاصلے پائے جاتے ہیں۔ چنانچہ بھاپ کو ٹھنڈا کرکے پانی کی شکل میں لے آؤ تو اُس کا حجم، اصلی حجم کا $\frac{1}{1600}$ رہ جاتا ہے۔ یہی وجہ ہے کہ گیسوں میں قوتِ اتصال محسوس نہیں ہوتی۔ اِن فاصلوں کو مادہ کا تخلخل کہتے ہیں۔

اِس تقریر سے تم سمجھ سکتے ہو کہ مادہ کی اِن تین حالتوں کا اصلی مابہ الامتیاز کیا ہے۔ مادہ کی ہر حالت سالمات کے درمیانی فاصلوں کی کمی بیشی پر موقوف ہے۔ پھر ظاہر ہے کہ اِن فاصلوں کی مقدار کم و بیش کردینے کا انتظام ہوجائے تو مادہ کی تبدیلِ حالت کے لئے ایک نہایت عمدہ توجیہ پیدا ہو جائیگی۔

کسی چیز کو گرم کرتے ہیں تو حرارت کے اثر سے

سالمات کے درمیانی فاصلے بڑھ جاتے ہیں یا یوں کہو کہ حرارت سے مادہ زیادہ متخلخل ہو جاتا ہے۔ چنانچہ پانی کو کسی برتن میں ڈال کر گرم کرو تو وہ پھیل جائیگا اور اگر برتن کی گنجائش کافی نہیں تو اُبل کر باہر نکل آئیگا۔

پانی کو کسی کُھلے مُنہ کے برتن میں رکھ دو تو اُس کی مقدار دم بدم کم ہوتی جائیگی۔ اور اگر زیادہ دیر تک رکھا رہیگا تو آخر سب کا سب غائب ہو جائیگا۔ کیا تم جانتے ہو کہ پانی کہاں غائب ہوگیا؟ پانی کا غائب ہو جانا **تبخیر** کا نتیجہ ہے۔ پانی **بخارات** بن کر ہوا میں پھیل جاتا ہے۔

اِس قسم کے واقعات کی توجیہ کے لئے ماننا پڑتا ہے کہ مادہ کے سالمات ہمیشہ حرکت کرتے رہتے ہیں اور تیز تیز حرکت کرتے ہیں۔ مادہ کو حرارت پہنچتی ہے تو سالمات کی حرکت اَور زیادہ تیز ہو جاتی ہے۔ اِس کا نتیجہ یہ ہے کہ حرکت کی تیزی، اور سالمات کے درمیانی فاصلوں کے بڑھ جانے، سے مادہ کی قوتِ اتصال کا زور مقابلتہً گھٹ جاتا ہے۔ یہ ضروری نہیں کہ حرکت کی تیزی میں تمام سالمات کا حال یکساں ہو۔ وہ سالمات جن کی حرکت زیادہ تیز ہو جاتی ہے جب وہ سطح کے قریب آتے ہیں تو اکثر اُن کی قوتِ حرکت، قوتِ اتصال پر غالب آجاتی ہے اور وہ سطح سے باہر نکل کر ہوا میں آزادانہ اُڑنے لگتے ہیں۔ پانی کو تم نے اکثر دیکھا ہوگا کہ اُسے جتنا زیادہ گرم کیا جائے اُسی قدر اُس کی تبخیر تیز

ہو جاتی ہے اور بخارات اُس کے وجود سے جلد جلد خارج ہونے لگتے ہیں - اِس تیزی کی اصلیت یہی ہے کہ حرارت سے سالمات کی حرکت میں تیزی آجاتی ہے -

صراحی میں کوئی گیس بھردو اور غور کرو کہ اُس کے اندر کیا کیفیت ہے - گیس کے سالمات تیز تیز حرکت کر رہے ہیں اور یہ حرکت برابر جاری ہے - اِس حال میں ضروری ہے کہ اُن کی آپس میں ٹکر پر ٹکر ہوتی رہے - پھر یہ بھی ضروری ہے کہ سالمات صُراحی کی دیواروں سے بھی ٹکرائیں - اِس کا نتیجہ یہ ہوگا کہ صراحی کی دیواروں پر سالمات کی ٹکروں سے دباؤ کی کیفیت پیدا ہو جائیگی - حرارت سے سالمات کی حرکت تیز ہو جاتی ہے - پھر کیا یہ ضروری نہیں کہ گیس کی تپش بڑھادو تو صراحی کی دیواروں پر دباؤ بھی بڑھ جائے؟ اب اگر صُراحی کا مادہ اِس قابل ہے کہ دباؤ سے پھیل سکتا ہے تو ظاہر ہے کہ دباؤ کے ساتھ ساتھ گیس کا حجم بھی بڑھتا جائیگا - اِسی طرح جب ٹھوس اور مایع چیزوں کو گرم کیا جاتا ہے تو اُن کا حجم بھی زیادہ ہو جاتا ہے - اِس سے ہم قیاس کرسکتے ہیں کہ ٹھوس اور مایع کے سالمات بھی ہمیشہ حرکت میں رہتے ہیں -

یہ مضمون نہایت اہم ہے - لیکن ابھی ہم اِس پر زیادہ نہیں لکھ سکتے - اِس کی تفصیل مناسب مقام کے لئے اُٹھا رکھتے ہیں - اور یہاں صرف اِس بات کے بیان پر

اکتفا کرتے ہیں کہ سالمہ کی جسامت کس قدر ہوتی ہے۔ سالمہ کی جسامت کو تم یوں تصور کرسکتے ہو کہ طاقتور سے طاقتور خردبین بھی اُس کی رویت پر قادر نہیں۔ سائنس کے عالموں نے اِسے یوں قیاس کیا ہے کہ شاید اس کا قُطر اوسطاً $\frac{۱}{۲۵۰۰۰۰۰}$ ملی میٹر سے بھی کم ہوگا۔ اور یہ مقدار اِتنی خفیف ہے کہ اُس چھوٹے سے چھوٹے ذرہ سے بھی جس کو ہمارے بہترین آلاتِ خُردبین سے دیکھ لینا ممکن ہے، چھ سوگُنا کم ہے۔

خواصِ مادّہ

مادہ کی مختلف شکلوں کو غور کی نگاہ سے دیکھو تو ہر شکل کے مادہ میں ذیل کی کُل خاصیتیں یا اُن میں سے بعض، ضرور پائی جاتی ہیں۔ یعنی **انقسام**، **تخلخل**، **پچکاؤ**، **لچک**، **لوچ**، **تورُّق**، **سختی**، **تجاذب**، اور **اتصال**۔ اِن خواص کی پوری پوری تفصیل کی اِس کتاب میں گنجائش نہیں۔ ذیل میں اِن کا صرف ایک اجمالی سا خاکہ درج ہے۔ اِس سے طالب علم کو یہ معلوم ہو جائیگا کہ اِن خواص سے مُراد کیا ہے۔ اِن کی تفصیل اگلی کتابوں کا حصہ ہے۔

انقسام —— مادہ کی اِس خاصیت کو ہم اِس سے پہلے تمہارے ذہن نشین کرچکے ہیں۔ اب اِس کی تفصیل کے اعادہ کی ضرورت نہیں۔

تخلخل —— چھاننے کے کاغذ میں گدلا پانی ڈال دو

تو وہ چھن جاتا ہے۔ مٹی کی کوری صُراحی میں پانی بھر دو تو تھوڑی سی دیر کے بعد صُراحی کی اُوپر والی سطح بھی تر ہوجاتی ہے۔ یہ پانی صُراحی کے مادہ میں سے رِس کر باہر آتا ہے۔ اِس قسم کے واقعات اِس بات پر دلالت کرتے ہیں کہ چھاننے کا کاغذ اور صُراحی کا مادہ مسامدار چیزیں ہیں۔ یا یوں کہو کہ اِن کا وجود متخلخل ہے۔ ہم ثابت کرسکتے ہیں کہ لوہے اور سیسے کے وجود میں بھی تخلخل پایا جاتا ہے۔ چنانچہ سیسے کے مجوّف کُرہ میں پانی بھر کر اُسے کافی قوت سے دبایا جائے تو پانی سیسے میں سے آہستہ آہستہ رِسنے لگتا ہے۔

تخلخل ٹھوس جسموں ہی کا خاصہ نہیں بلکہ مایعات کے وجود میں بھی اچھا خاصا تخلخل پایا جاتا ہے۔ چنانچہ شورہ یا نمک پانی میں حل ہو جاتا ہے اور پانی کے حجم میں کوئی قابلِ احساس اضافہ نہیں ہوتا۔ مایع چیزوں کے تخلخل کی دوسری مثال حسبِ ذیل ہے:-

تجربہ ۱۲۸ ——— مایعات کا تخلخل۔ شیشہ کی ایک بند سِرے کی نلی لو اور اُس میں نصف تک پانی بھر دو۔ پھر آہستہ آہستہ اِتنا غَول ڈالو کہ نلی کا صرف تھوڑا سا حصہ خالی رہ جائے۔ اِس کے بعد نلی کا مُنہ انگوٹھے سے بند کرلو۔ اور نلی کو اچھی طرح ہلاؤ کہ پانی اور غَول بخوبی مِل جائیں۔ دیکھو آمیزہ کا حجم کم ہوگیا۔ اِس کی وجہ یہ ہے کہ دونوں مایع چیزوں کا کچھ حصہ ایک دوسرے کے تخلخل میں سما گیا ہے۔

پچکاؤ ـــــ یہ خاصیت مادہ کے تخلخل کا لازمی نتیجہ ہے۔ سالمات کے درمیان تخلخل موجود ہو تو ظاہر ہے کہ مناسب تدبیروں سے اُس کا حجم گھٹایا جاسکتا ہے۔ تخلخل کے گھٹ جانے سے مُراد یہ ہے کہ مادہ کے سالمات ایک دوسرے کے قریب تر آجائیں۔ جب یہ حال ہو تو پھر کیا مادہ کا حجم کم نہ ہو جائیگا؟

ٹھوس اور مایع دونوں کا وجود متخلخل ہے۔ اور گیسوں کا تو یہ حال ہے کہ اِن کا تخلخل ایک کُھلی ہوئی حقیقت ہے۔ گیس کے بہت بڑے حجم کو دباکر یہاں تک گھٹا سکتے ہیں کہ وہ تھوڑی سی جگہ میں سما جائے۔ اِس سے ظاہر ہے کہ پچکاؤ تخلخل کا نتیجہ ہی نہیں بلکہ اُس پر دلیل بھی ہے۔

لچک ـــــ گیس کی کسی معلوم مقدار کو دباکر اِس قدر پچکادو کہ اُس کا حجم آدھا رہ جائے۔ اب دباؤ کو جو اِس پچکاؤ کی علت ہے، ہٹا لیا جائے تو اِس کا کیا نتیجہ ہوگا؟ اِس میں شک نہیں کہ گیس لوٹ کر پھر اپنے اصلی حجم پر آجائیگی۔ اور جہاں تک ظاہر کا تعلق ہے یہی معلوم ہوگا کہ اُس میں کوئی تبدیلی واقع نہیں ہوئی۔ مادہ کی یہ خاصیت جو پچک جانے کے بعد پھر اُس کو اصلی حجم پر لے آنے کی مقتضی ہوتی ہے اُس کا نام لچک ہے۔ گیسوں کو پچکا دینے کے بعد دباؤ ہٹا لیا جائے تو وہ ٹھیک اپنے پہلے حجم پر آجاتی ہیں۔ اِس لئے گیسوں کو کامل لچکدار کہتے ہیں۔ مایعات کا بھی یہی حال ہے۔ وہ بھی کامل لچکدار ہیں۔

لیکن ٹھوس جسموں کا حال جُداگانہ ہے۔ اُن کے لئے یہ ضروری نہیں کہ پچکا دینے کے بعد دباؤ ہٹا لینے پر ہر حال میں اپنے اُسی حجم پر آجائیں جو پچک جانے سے پہلے تھا۔

ٹھوس جسموں میں لچک کا اظہار کم از کم چار طرح پر ہو سکتا ہے۔ یعنی دباؤ سے، کھنچاؤ سے، خماؤ سے، اور مروڑ سے۔ لیکن دباؤ ان سب میں زیادہ قابلِ لحاظ ہے۔ کیونکہ یہی صورت ہے جس میں لچک کا اظہار سب سے زیادہ ہوتا ہے۔ علاوہ بریں یہ صورت مادہ کی ہر حالت پر صادق آتی ہے۔ یعنی دباؤ سے ٹھوس، مایع اور گیس، ہر ایک کی لچک کا امتحان ہو سکتا ہے۔

ہاتھی دانت، مرمر، اور شیشہ لچکدار ٹھوس چیزوں کی مثالیں ہیں اور مٹی، چربی اور موم اِس قسم کی چیزیں ہیں کہ اِن میں لچک کا بہ مشکل احساس ہوتا ہے۔ سیسا اور قلعی بھی اِسی جماعت میں شامل ہیں۔ لچک کے علمی مفہوم کے اعتبار سے شیشہ، ربڑ کی بہ نسبت زیادہ لچکدار ہے۔ چنانچہ شیشہ پر قوت لگاکر اُس کی شکل بدل دی جائے تو قوت کو ہٹا لینے کے بعد وہ پھر لوٹ کر اپنی اصلی حالت پر آجاتا ہے۔ ربڑ کا یہ حال نہیں۔ ربڑ پر قوت لگاکر اُس کی شکل بدل دو تو قوت کو ہٹا لینے کے بعد وہ اپنی اصلی شکل کی طرف لوٹیگا تو سہی لیکن عین اُسی شکل پر نہیں آسکتا۔

لچک کے باب میں اِس بات کو یاد رکھنا چاہئے کہ

ہر ٹھوس میں لچک کے اظہار کے لئے ایک حد ہے۔ جب دباؤ اِس حد سے بڑھ جاتا ہے تو ٹھوس کی لچک مغلوب ہو جاتی ہے۔ پھر دباؤ کو ہٹا لینے کے بعد ٹھوس اصلی حجم و شکل پر آنے کا تقاضا نہیں کرتا۔ اِس صورت میں ٹھوس میں مستقل تبدیلی پیدا ہو جاتی ہے۔ یہ حد **لچک کی انتہا** ہے۔ ربڑ میں یہ حد بہت دور جاکر آتی ہے۔ جب تک بہت سی قوت نہ لگائی جائے ربڑ میں اپنی اصلی حالت پر لوٹ آنے کا کچھ نہ کچھ تقاضا ضرور باقی رہتا ہے۔

تجربہ ۳۹ ــــ **ٹھوس کا پچکاؤ** - مجلا مرمر کی سِل لے کر اُس کے اُوپر تیل مل دو۔ پھر اُس پر اچھی خاصی بلندی سے انٹا، یا مرمر کی ایک بڑی سی گولی گراؤ۔ جب گولی گدا کھاکر اُوپر آئے تو دایں اچک لو۔ دیکھو گولی کے جس حصہ نے سِل کو چھو لیا تھا اُس پر تیل کا دھبا پڑ گیا ہے۔ اِس دھبے کی جسامت کا اُس مقام سے مقابلہ کرو جس پر گولی نے سِل کو چھوا ہے۔

اِن واقعات سے معلوم ہو جائیگا کہ تصادم کے وقت گولی بلا شبہ پچک گئی تھی۔ پھر لچک کے زور سے اپنی اصلی شکل پر آگئی ہے۔ گولی کا گدا کھاکر اُچھلنا لچک ہی کا نتیجہ ہے۔ تصادم کے وقت گولی پچک کر لچک کے زور سے پھر اپنی اصلی حالت پر آنا چاہتی ہے۔ اور جس چیز سے اُس کا تصادم ہُوا ہے وہ اِس میں مزاحم ہوتی ہے۔ اِس لئے گولی اُچھل جاتی ہے۔

لوچ ــــ لوچ کا اندازہ کرنے کے لئے اِس بات کو

دیکھنا چاہئے کہ کسی ٹھوس کو تار کی شکل میں لیں تو اُس کو توڑ دینے کے لئے کتنی قوت درکار ہے۔

تجربہ ۳۵۸ —— **لوچ کا اندازہ۔** تانبے کے ایک پتلے سے تار کو کسی کڑی کے ساتھ باندھ کر اُس کے نیچے والے سرے کے ساتھ ترازو کا اکیلا پلڑا لٹکا دو۔ پھر اِس پلڑے میں وزن رکھتے جاؤ۔ دیکھو کتنے وزن سے تار عین ٹوٹ جانے کے موقع پر آجاتا ہے۔ تار کو جس قوت نے توڑ دیا ہے یہ ترازو کے پلڑے اور پلڑے میں رکھے ہوئے باٹوں کا مجموعی وزن ہے۔ اِتنے ہی قطر کے اَور چیزوں کے بنے ہوئے تار لے کر یہی تجربہ کرو۔

لوچ کی تخمین میں پہلے احتیاط کے ساتھ تار کی تراشِ عمودی کا رقبہ معلوم کرلینا چاہئے۔

تجربہ سے ثابت ہے کہ ایک ہی مادہ کے بنے ہوئے دو تاروں میں سے ایک کی تراشِ عمودی کا رقبہ دوسرے کی تراشِ عمودی کے رقبہ سے دوچند ہو تو جس کا رقبہ دوچند ہے اُس کا لوچ بھی دوچند ہوگا۔ اِس سے تم سمجھ سکتے ہو کہ مختلف مادوں کے لوچ کا مقابلہ کرنا ہو تو اُن کے تاروں کی تراشِ عمودی کا رقبہ مساوی ہونا چاہئے۔ اِس صورت میں تجربہ زیادہ سہل ہو جاتا ہے۔

ڈھلا ہُوا فولاد تمام دھاتوں میں سب سے زیادہ لوچدار ہے۔ چنانچہ اِس کا لوچ تانبے کے مقابلہ میں دوچند اور سیسے کے لوچ سے چالیس گُنا ہے۔ بِن بٹے ریشم کا لوچ فولاد کے لوچ سے بھی زیادہ ہے۔ اور روئی کا یہ حال ہے کہ

اِس کا تنہا ریشہ اپنے وزن سے لکوکھا گُنا بوجھ بغیر ٹوٹنے کے سہار لیتا ہَے۔

تار کھینچنے کے عمل سے تار کا لوچ بڑھ جاتا ہَے۔ اِس لئے تار کا بٹا ہُوا رسّا اپنے مساوی طول اور مساوی وزن کی زنجیر سے زیادہ مضبوط ہوتا ہَے۔ لکڑی اپنے ریشوں کے رُخ زیادہ لچدار ہَے اور پہلوؤں کے رُخ اُس میں لوچ کم پایا جاتا ہَے۔ چنانچہ چھڑی کو موڑکر آسانی سے توڑ سکتے ہیں۔ اور اگر یہ چاہو کہ اُس کو طول کے متوازی کھینچ کر دو ٹکڑے کردو تو یہ سخت مشکل ہَے۔ یہی وجہ ہَے کہ لکڑی کے کاٹنے سے اُس کا پھاڑنا سہل ہَے۔

توزّق اور تمدّد

لوچ کے اعتبار سے دھاتوں کے مختلف مدارج ہیں۔ بعض دھاتوں میں لوچ زیادہ ہوتا ہَے اور بعض میں کم۔ جن میں لوچ کم ہوتا ہَے وہ عموماً چوٹ کھاکر ٹوٹ جاتی ہیں۔ جنتری میں رکھ کر کھینچو تو وہاں بھی بعض دھاتوں کا یہی حال ہوتا ہَے۔ لیکن جن دھاتوں میں لوچ زیادہ ہَے اُن میں سے اکثر کوٹنے یا دبانے سے ٹوٹتی نہیں بلکہ پھیل جاتی ہیں۔ اور جنتری میں رکھکر کھینچو تو اُن کے تار بن جاتے ہیں۔ اِس اعتبار سے اِن دھاتوں میں گویا سیّال کی سی کیفیت پائی جاتی ہَے کہ اِن کے سالمات کی قوتِ اتصال بھی زائل نہیں ہوتی اور سالمات اپنے اضافی محل بھی بدل لیتے ہیں۔ کسی دھات کے چھوٹے سے

اُسطوانہ کو کھینچ کر تار بنا لینا ممکن ہو تو یوں کہتے ہیں کہ یہ دھات متمدد ہے۔

توُرّق بھی اِسی سے مِلتی جُلتی خاصیت ہے۔ صرف اِتنا فرق ہے کہ اِس میں شکل کی تبدیلی دباؤ کے عمل سے پیدا ہوتی ہے۔ مثلاً سونے، چاندی، تانبے اور سیسے کو کوٹو یا بیلن میں دباؤ تو اُن کی پتلی پتلی چادریں بن جاتی ہیں۔ اِس بنا پر اِن چیزوں کو متورّق کہتے ہیں۔ سونے اور چاندی میں توُرّق کی خاصیت اِس حد تک پہنچی ہوئی ہے کہ کوٹنے سے اِن کے نہایت باریک ورق بن جاتے ہیں۔

نقرہ میں تمدد کی خاصیت سب سے زیادہ ہے۔ اور سونا تمام دھاتوں میں سب سے زیادہ متورّق ہے۔ چنانچہ نُقرہ کو کھینچ کر اِس سے اتنے باریک تار بنا لئے گئے ہیں کہ میل بھر لمبے تار کا وزن سوا گرین سے زیادہ نہیں۔ اور سونے کو کوٹ کر اِس قدر باریک ورق بنا سکتے ہیں کہ تین لاکھ کو تَہ بہ تَہ رکھو جب ایک اِنچ کی موٹائی پیدا ہو۔ کحلیہ ایک اِس قسم کی دھات ہے کہ اِس میں توُرّق کی خاصیت نہیں۔ اِس بات کو یاد رکھنا چاہیئے کہ جو دھاتیں متورّق ہیں یہ ضرور نہیں کہ اُن تمدّد کی خاصیت بھی ہو۔

چنانچہ سیسا ایک ایسی دھات ہے کہ متورّق تو ہے۔ لیکن اِس میں کھینچنے سے تار بن جانے کی خاصیت نہیں۔

سختی ——— سختی ٹھوس مادہ کی وہ خاصیت

ہے جس کی وجہ سے ٹھوس کھرچنے یا گھسنے کا مقابلہ کرتے ہیں۔ یہ خاصیت معدنیات کے مطالعہ میں بہت کام دیتی ہے۔ اِس کی مدد سے اکثر حالتوں میں معدنیات کو ایک دوسرے سے تمیز کرلینا آسان ہو جاتا ہے۔ اِس بات کو یاد رکھنا چاہیئے کہ سختی، محض ایک اعتباری خاصیت ہے۔ اِس لئے اِس کا اندازہ بھی مقابلہ ہی سے ہوتا ہے۔ بہت سے ٹھوس جسموں کو ایک دوسرے کے ساتھ رگڑ کر دیکھ لو کہ کون زیادہ گھستا ہے۔ اِس سے معلوم ہو جائیگا کہ کون کس سے زیادہ سخت ہے۔ اِس کے بعد ہم اِن چیزوں کو اِس طرح ترتیب دے سکتے ہیں کہ سب سے زیادہ سخت ٹھوس ایک سِرے پر ہو اور وہ جو اِس سے نرم ہیں ترتیب وار اِس سے پیچھے آتے جائیں۔ پھر اِس سلسلہ سے مقابلہ کرکے ہم بتا سکتے ہیں کہ کون سا ٹھوس سختی کے اعتبار سے کس درجہ پر آتا ہے۔

تجاذُب ——— تجربوں اور مشاہدوں سے یہ امر بخوبی ثابت ہو چکا ہے کہ تمام مادی جسم ایک، دوسرے کو اپنی طرف کھینچتے ہیں۔ اِسی باھمی کشش کا نام **تجاذُب** ہے۔ تجاذُب کی قوت ہمیشہ کمیتِ مادہ کی متناسب ہوتی ہے اور مادی اجسام کے درمیان اِس طرح عمل کرتی ہے کہ گویا اُن کا مادہ سب کا سب سمٹ کر اُن کے مرکز پر جمع ہوگیا ہے۔ کسی جسم کی کمیت زیادہ ہو تو اُس میں یہ قوت بھی زیادہ

ہوگی اور اگر اُس کی کمیت گھٹتی جائے تو اُس کے تجاذب کی قوت بھی کم ہوتی جائیگی - لیکن تجاذب کی قیمت صرف کمیتِ مادہ ہی پر موقوف نہیں بلکہ اجسام کے درمیانی فاصلہ کو بھی اِس میں دخل ہے - چنانچہ فاصلہ بڑھتا ہے تو تجاذب کی قیمت گھٹتی جاتی ہے - لیکن جس نسبت سے فاصلہ بڑھتا ہے اُس نسبت سے نہیں گھٹتی بلکہ فاصلہ کے مربع کے تناسب سے گھٹتی ہے - اِسی طرح جب فاصلہ گھٹتا جاتا ہے تو تجاذب کی قوت، فاصلہ کے مربع کے تناسب سے بڑھتی جاتی ہے - یہی **کلیۂ تجاذب** ہے - اِس کلیہ کو ذیل کے لفظوں میں یاد رکھو:-

مادی اجسام کا تجاذب اُن کی کمیتوں کے حاصلِ ضرب کا تناسب ہوتا ہے اور اُن کے مربعِ فصل کے ساتھ تناسبِ معکوس میں رہتا ہے - اِس کی سمتِ عمل وہ خط ہے جو جسموں کے مرکزوں کو ملاتا ہے -

مثلاً دو جسموں کے درمیان تجاذب کی مقدار ایک ہے تو اُن کے فاصلہ کو دوچند کردینے سے تجاذب کی مقدار $\frac{1}{2}$ نہیں بلکہ $\frac{1}{4}$ رہ جائیگی - اور اگر فاصلہ نصف رہ جائے تو تجاذب کی مقدار دوچند نہیں بلکہ ۴ چند ہو جائیگی - اِسی طرح اگر فاصلہ $\frac{1}{3}$ ہو جائے تو تجاذب 3^2 گنا ہوگا اور فاصلہ ۳ گنا ہو جائیگا تو تجاذب $\frac{1}{3^2}$ رہ جائیگا - فرض کرو کہ

دو جسموں میں سے ایک کی کمیت ک ہے اور دوسرے کی کمیت ک' ہے۔ اور اِن کا درمیانی فاصلہ ف ہے۔ تو ریاضی کی زبان میں کلیۂ تجاذب کی شکل حسبِ ذیل ہوگی:-

$$\text{تجاذب} \propto \frac{\text{ک} \, \text{ک}'}{\text{ف}^2}$$

یا $$\text{تجاذب} = \text{م} \, \frac{\text{ک} \, \text{ک}'}{\text{ف}^2}$$ جس میں م ایک مستقل ہے

اب دونوں جسموں کی کمیت ایک ایک گرام ہو اور اُن کا درمیانی فاصلہ ایک سمر تو ظاہر ہے کہ مساواتِ بالا کی شکل حسبِ ذیل ہو جائیگی:-

$$\text{تجاذب} = \text{م} \, \frac{1 \times 1}{1^2}$$

یعنی $$\text{تجاذب} = \text{م}$$

اِس سے تم سمجھ سکتے ہو کہ م کی قیمت، تجاذب کی اِکائی کی قیمت پر موقوف ہے۔ اگر ہم اِس اِکائی کی قیمت اِس طرح مقرر کریں کہ ایک ایک گرام کی کمیت کے، ایک سمر کے فاصلہ پر رکھے ہوئے جسموں کے درمیان جو تجاذب کی قوت ہے وہی تجاذب کی اِکائی ہو تو بلا شبہ م کی قیمت ۱ ہوگی اور کلیۂ تجاذب کی شکل حسبِ ذیل ہوجائیگی۔

$$\text{تجاذب} = \frac{\text{ک} \, \text{ک}'}{\text{ف}^2}$$

تجاذب، مادہ کی ایک ایسی ہمہ گیر خاصیت ہے کہ مادہ کا کوئی ذرّہ اِس سے خالی نہیں۔ مکان کی چھت پر گیند رکھی ہے تو زمین اِس گیند کو اپنے مرکز کی طرف کھینچ رہی ہے۔ گیند کے رستے میں کوئی روک نہ ہوتی تو وہ زمین پر گر پڑتی۔

اور بظاہر یوں معلوم ہوتا کہ زمین نے گیند کو کھینچ لیا ہے اور گیند کا زمین پر کچھ اثر نہیں۔ لیکن واقعہ یہ ہے کہ زمین اور گیند دونوں چیزیں ایک دوسرے کی طرف حرکت کرتی ہیں اور اُس خط پر حرکت کرتی ہیں جو دونوں کے مرکزوں کو ملاتا ہے۔ گیند کی کمیت جتنی کم ہے اُسی قدر فاصلہ اُس کو زیادہ طے کرنا پڑتا ہے۔ گیند کی کمیت، زمین کی کمیت کے مقابلہ میں لا انتہا کم ہے۔ اِس لئے زمین کا طے کردہ فاصلہ بھی گیند کے طے کردہ فاصلہ کے مقابلہ میں لاانتہا کم ہونا چاہیئے۔ اِسی بنا پر زمین کی حرکت غیر محسوس رہتی ہے۔

مادی اجسام جس قوت سے ایک دوسرے کو اپنی طرف کھینچتے ہیں اُس کا نام ہم نے **تجاذب** رکھ دیا ہے۔ لیکن اِس بات کو بھولنا نہ چاہیئے کہ یہ صرف قوت کا نام ہے۔ اور محض نام رکھ دینے سے کسی چیز کی اصلیت معلوم نہیں ہو جاتی۔ واقعہ یہ ہے کہ مادی تجاذب کی اصلیت ابھی تک مجہول ہے۔ ہم یہ تو جانتے ہیں کہ مادہ کو مادہ کی طرف کشش ہوتی ہے اور اِس بات کو بھی سمجھتے ہیں کہ یہ کشش کِن کلیات کی تابع رہتی ہے۔ لیکن وہ قوت جو اِس کشش کی علت ہے اُس کی حقیقت کیا ہے؟ اِس سوال کا ابھی تک کوئی جواب میسر نہیں آیا۔

ہمارے قُرب و جوار میں جتنے مادی اجسام ہیں اُن میں تجاذب کے اعتبار سے زمین سب سے زیادہ قوی ہے۔

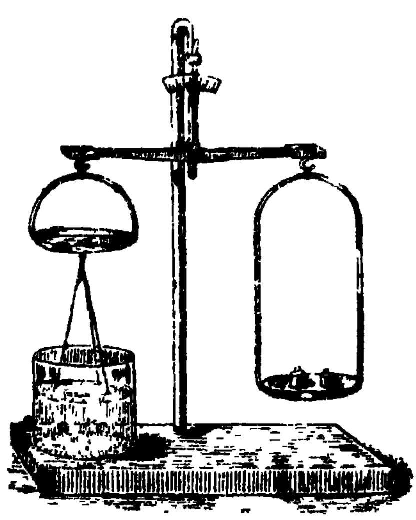
اِس لئے تخصیص کو نگاہ میں رکھ کر علما نے زمین کے تجاذب کے لئے ایک الگ نام تجویز کرلیا ہے۔ چنانچہ ہم پہلے لکھ چکے ہیں کہ اِس کو جاذبۂ زمین کہتے ہیں اور اگر اختصار ملحوظ ہو تو صرف جاذبہ ہی پر اکتفا کرتے ہیں۔

اتصال ——— اتصال سے وہ قوت مُراد ہے جو مادی اجسام میں ہمجنس سالمات کے اجتماع کی علت ہے۔ اتصال کی قوت ٹھوس چیزوں میں سب سے زیادہ ہے۔ ٹھوس چیزوں کے بعد مایعات کا درجہ ہے اور اِن کے بعد گیسوں کا۔ پھر اِس تقسیم میں بھی مختلف چیزوں کے الگ الگ مدارج ہیں۔ مثلاً پانی اور پارا یوں تو دونوں مایع ہیں لیکن اتصال کے اعتبار سے دونوں میں اختلاف ہے۔

لوہے کے گرم، سرخ ٹکڑے ایک دوسرے کے ساتھ جوڑ دینے سے جُڑ جاتے ہیں۔ یہ قوتِ اتصال ہی کا نتیجہ ہے۔ سرمئی پنسل میں جو کالی سی سلاخ ہوتی ہے وہ حقیقت میں سُرمان کا سفوف ہے۔ اِس سفوف کو بھی اِسی طرح قوتِ اتصال سے مدد لے کر سلاخ کی شکل بنا لیتے ہیں۔ مایع چیزوں کا قطروں کی شکل اختیار کرلینا بھی اِسی قوت کا نتیجہ ہے۔ مختلف چیزوں میں لوچ، توَرّق، تار بن جانے کی خاصیت، اور سختی، کے مدارج میں جو اختلاف پایا جاتا ہے اُس کی علت بھی حقیقت میں اِسی قوتِ اتصال کا اختلاف ہے۔

اِس مقام پر اتصال کی قوت کو اُس قوت سے تمیز کرلینا چاہئے جسے چپک کہتے ہیں۔ **اتصال** کا اطلاق ہمجنس سالمات کی کشش پر ہوتا ہے اور **چپک** وہ کشش ہے جو غیرجنس سالمات کے مابین عمل کرتی ہے ۔ مثلاً لوہے کی سلاخ کا وجود یا پانی کے سالمات کا اجتماع، قوتِ اتصال کا نتیجہ ہے ۔ اور کاغذ شیشہ کی گیلی سطح کے ساتھ جُڑ جاتا ہے یا پانی لکڑی کے ساتھ چمٹ جاتا ہے تو اِس کی علت چپک ہے ۔

شکل نمبر ۳۰ پر غور کرو ۔ اِس میں اتصال اور چپک کی خاصیتوں کے امتحان کا ایک طریقہ دکھایا گیا ہے ۔ شیشہ کی ایک تختی ترازو کی ڈنڈی کے ساتھ اُفقاً لٹک رہی ہے۔ ڈنڈی کے دوسرے سرے پر جو پلڑا ہے اُس میں باٹ



شکل نمبر ۳۰ ۔ مایع کے اتصال کا اندازہ ۔

ڈال کر تختی کا دھڑا کرلو۔ پھر پیالی میں پانی بھر کر عین تختی کے نیچے لے آؤ کہ ڈنڈی کے نہایت خفیف سے جھکاؤ سے تختی کی نیچے والی سطح پانی کی سطح کو چھولے۔ اب اگر تم یہ چاہو کہ تختی کو پانی سے جُدا کرلو تو اس مطلب کے لئے دوسرے پلڑے میں وزن کی اچھی خاصی مقدار کا اضافہ کرنا پڑیگا۔ باٹوں کے پلڑے میں اتنا وزن ڈالو کہ تختی اُوپر اُٹھ آئے۔ دیکھو اِس کی نیچے والی سطح بھیگی ہوئی ہے۔ یعنی پانی کا کچھ حصہ اپنے کُل سے کٹ کر تختی کے ساتھ آگیا ہے۔ گویا تختی پانی سے جدا نہیں ہوئی بلکہ پانی، پانی سے جُدا ہوگیا ہے۔

یہ واقعہ اِس بات پر دلالت کرتا ہے کہ پانی اور شیشہ کے درمیان جو چپک کی قوت ہے اُس کا زور پانی کی قوتِ اتصال سے زیادہ ہے۔ ترازو کے پلڑے میں جو وزن کا اضافہ کرنا پڑا تھا وُہی پانی کی قوتِ اتصال کا اندازہ ہے۔

سطح کا تناؤ ——— سالمات کی وہ قوتیں جو اتصال کی شکل میں ظاہر ہوتی ہیں اُن کے وجود سے مایع کی آزاد سطح میں ایک خاص کیفیت پیدا ہو جاتی ہے۔ مثلاً شکل ۱۴۱ میں کسی ایک سالمہ ا کے واردات پر غور کرو۔ یہ سالمہ سطح سے دور، مایع کے اندر واقع ہے۔ تمام اردگرد کے



شکل ۱۴۱ ـ

سالمات، اتصال کی قوت سے اِس سالمہ کو اپنی اپنی طرف کھینچ رہے ہیں۔ اور یہ قوتیں ہر طرف برابر ہیں۔ اِس کا نتیجہ یہ ہے کہ اِن قوتوں کا اثر باہمی تعارض سے زائل ہو جاتا ہے۔ اور سالمۂ مذکور کا یہ حال ہے کہ گویا اِس کے وجود پر اِن قوتوں کا اثر ہی نہیں۔ لیکن تم پڑھ چکے ہو کہ مادہ کے سالمات ہمیشہ حرکت میں رہتے ہیں اور مایع جسموں کے وجود میں سالمات کے لئے نقلِ مکان کی بھی گنجائش ہے۔ اب فرض کرو کہ وُہی سالمہ حرکت کرتا ہوا عین سطح میں پہنچ گیا ہے۔ اور اب اُس کا محل نقطہ ب پر ہے۔ اِس حال میں سالمۂ مذکور کے وجود پر دو قوتیں عمل کر رہی ہیں۔ ایک وہ قوت ہے جو سالمہ کے وجود میں اُس کی ذاتی حرکت کی وجہ سے پیدا ہوگئی ہے۔ اِس قوت کا تقاضا یہ ہے کہ سالمہ کو اُسی کی سمتِ حرکت میں اُڑاکر مایع سے باہر لے جائے۔ پھر دوسری قوت اُس کے ہمجنس سالمات کی کشش ہے۔ جب تک سالمہ، مایع کے اندر تھا یہ کشش ہر طرف مساوی تھی۔ لیکن عین سطح کے اندر واقعات کی صورت یہ ہے کہ اُوپر کی طرف اِس کے ہمجنس سالمات موجود نہیں۔ اور اگر موجود ہیں تو اُن کی تعداد مقابلۃً نہایت خفیف ہے۔ آگے چل کر جب قوت اور اُس کی تحلیل و ترکیب کا بیان پڑھوگے تو معلوم ہوگا کہ ایسی صورتوں میں سالمۂ مذکور پر عمل کرنے والی خارجی قوتوں کا تقاضا یہ ہونا چاہئے کہ اُس کو کھینچ کر

مایع کے مرکز کی طرف لے آئیں - اب سالمہ اِن ہی دو قوتوں کی کشمکش میں ہے - ایک قوت اُس کو مایع کے وجود سے نکال دینا چاہتی ہے اور دوسری قوت اُسے لوٹاکر مایع کے اندر لے آنے پر تُلی ہوئی ہے - دونوں میں جس کی مقدار زیادہ ہوگی میدان اُسی کے ہاتھ رہیگا - ہم اِس بات کی طرف بھی اشارہ کرچکے ہیں کہ تپش کے بڑھ جانے سے سالمات کی حرکت تیز ہوجاتی ہے - اِس لئے اگر مایع کی تپش زیادہ ہوگی تو سالمات کے لئے اِس بات کا زیادہ موقعہ ہے کہ وہ مایع کے وجود سے باہر نکل جائیں - اور اگر مایع کی تپش زیادہ نہیں تو وہ قوت جو سالمہ کو واپس لے آنے کی مقتضی ہے اُس کے لئے غلبہ کا زیادہ موقعہ ہے -

اِس تقریر سے ظاہر ہے کہ کسی خاص لحظہ میں مایع کی سطح میں جتنے سالمات موجود ہونگے سب کے سب اِن ہی قوتوں کی کشمکش میں ہونگے - اب حرکت کی قوت کو نظر انداز کردو - اور صرف اُن خارجی قوتوں پر غور کرو جو سالمات کو سطح سے کھینچ کر مایع کے مرکز پر لے آنا چاہتی ہیں - کیا اِن قوتوں کا یہ نتیجہ نہ ہونا چاہئے کہ مایع کی آزاد سطح میں دباؤ کی کیفیت پیدا ہو جائے؟ اِسی دباؤ کو سطح کا تناؤ کہتے ہیں -

اِس تقریر کی نوعیت کو ذرا غور کی نگاہ سے دیکھو - سالمات کی قوتِ حرکت، سطح کے تناؤ کی متعارض ہے - پھر کیا یہ ضروری نہیں کہ تپش کی ترقی سے سطح کے تناؤ کا

زور کم ہو جائے اور تپش کے گھٹ جانے سے مایع کی سطح کا تناؤ بڑھ جائے؟ اگلی کتابوں میں چل کر ہم دکھا دینگے کہ تپش بڑھتی جاتی ہے تو ایک موقع ایسا بھی آجاتا ہے کہ سطح کا تناؤ کلیتۂ مفقود ہو جاتا ہے اور مایع بہ تمام وکمال بخار کی شکل اختیار کرلیتا ہے ۔یہاں تم صرف اِس بات کو نگاہ میں رکھو کہ یہی قوت' سالمات مایع کے اجتماع کی علت ہے ۔ یہ قوت نہ ہو تو مایع سب کا سب بخار بن کر اُڑ جائیگا۔

سطح کے تناؤ کی سمتِ عمل مایع کے مرکز کی طرف رہتی ہے ۔ نتیجہ اِس کا یہ ہے کہ سطح کا تناؤ مایع کی آزاد سطح کے رقبہ کو حتی الامکان چھوٹے سے چھوٹا کردینے کا مقتضی رہتا ہے ۔جسمات ہندسی میں تمام مساوی الحجم جسموں میں کُرہ کی سطح کا رقبہ سب سے کم ہوتا ہے ۔ اِس سے ظاہر ہے کہ سطح کا تناؤ مایع کو کُرویت پر لے آنے کا مقتضی ہوگا۔ اور اگر مایع کے وجود پر اندرونی قوائے سالمات کے سوا کسی اور قوت کا عمل نہ ہو تو ضرور ہے کہ مایع کُرویت اختیار کرلے۔ لیکن خاص خاص حالتوں کے سِوا مایع کے وجود پر ہر حال میں جاذبۂ زمین کا بھی عمل رہتا ہے ۔ اِس لئے وہ صورتیں بہت کم ہیں جن میں مایع کی سطح فی الواقع کروی ہو جاتی ہے ۔جب تک بیرونی قوتوں کا اثر زائل نہ کر دیا جائے سطح کے تناؤ کا پورا پورا اثر ظاہر نہیں ہوسکتا۔

مایعات کی خفیف خفیف سی مقداروں پر قوتِ اتصال

کے مقابلہ میں تجاذب کا اثر اِس قدر خفیف ہوتا ہے کہ اُسے نظرانداز کیا جاسکتا ہے ۔ چنانچہ ایسی صورتوں میں مایع کی شکل اکثر کُرویت پر آجاتی ہے ۔ مثلاً بستگی میں آئی ہوئی رطوبت کے خفیف خفیف سے قطرے جن سے ابر صورت پذیر ہوتا ہے اُن میں درحقیقت پوری پوری کُرویت پائی جاتی ہے۔ بارش کے قطروں کا بھی تقریباً یہی حال ہے ۔ اُفق کے متوازی رکھے ہوئے، لکڑی یا کاغذ کے تختہ پر پارا گرا دیا جائے یا لکڑی کے تختہ پر بیروزہ کا باریک سفوف چھڑک کر اُس پر پانی ڈال دیں، تو مایع قطرہ قطرہ ہو جائیگا۔ اور اِن قطروں میں کچھ نہ کچھ کُرویت ضرور ہوگی ۔

زیتون کا تیل، پانی اور غول کے آمیزہ میں ڈال دیا جائے تو وہاں بھی یہی کیفیت پیدا ہو جاتی ہے بشرطیکہ پانی اور غول کے آمیزہ کی کثافتِ اضافی، تیل کی کثافتِ اضافی کے برابر ہو۔ مثلاً شیشہ کے ایک لمبے برتن میں جس کے پہلو چپٹے ہوں پانی اور غول کا آمیزہ اِس تناسب سے تیار کرو کہ اُس کے اندر زیتون کے تیل کا قطرہ چھوڑ دیا جائے تو وہ عین تیرنے کے موقع پر رہے۔ پھر نالچہ میں زیتون کا تیل لے کر اُس کا سرا آمیزہ میں ڈبو دو ۔ اور آمیزہ کے اندر نالچہ کے سرے سے ذرا سا تیل نکل جانے دو۔ تیل آمیزہ کے اندر معلق رہیگا ۔ اور یہ کُروی شکل اختیار کرلیگا ۔

سطح کے تناؤ کا اثر اور اُس کا، مایع کو کرویت پر لے آنے کا تقاضا صابن کے بلبلے میں بخوبی دیکھا جاسکتا ہے۔ نلی کے ساتھ صابن کا بلبلا بنالو اور نلی کو کھلا رہنے دو تو رفتہ رفتہ بلبلے کی جسامت گھٹتی جائیگی۔

قوتِ شعری۔۔۔۔۔۔کسی ٹھوس مادہ کی چپٹی تختی کو جزءً کسی مایع میں ڈبو کر عموداً کھڑا کردیا جائے تو مایع کی سطح جس مقام پر ٹھوس کو چھوتی ہے وہاں ہموار نہیں رہتی۔ اگر مایع اِس قسم کا ہے کہ ٹھوس کو بھگو دیتا ہے تو تماس کے مقام پر مایع کی سطح اُوپر کی طرف مقعّر ہوگی۔ چنانچہ شیشہ کو پانی میں ڈبو دیا جائے تو تماس کے مقام پر پانی کی سطح یہی صورت اختیار کرلیتی ہے۔ لیکن مایع ٹھوس کو بھگوتا نہ ہو تو مایع کی سطح، تماس کے مقام پر اُوپر کی طرف محدّب ہو جاتی ہے۔ چنانچہ شیشہ کو پارے میں ڈبوتے ہیں تو یہی کیفیت دیکھنے میں آتی ہے۔

یہ باتیں مایع کی قوتِ اتصال اور اُس کی چپک کے فرق کا نتیجہ ہیں۔ پانی میں ذاتی اتصال کے مقابلہ میں شیشہ کے ساتھ چپک کی قوت زیادہ ہے۔ اِس لئے تماس کے مقام پر اُس کی سطح اُوپر اُٹھ آتی ہے۔ پارے کا حال اِس کے برعکس ہے۔ پارے میں چپک کی بہ نسبت اتصال کی قوت زیادہ ہے۔ اِس لئے تماس کے مقام پر اِس کی سطح دب جاتی ہے۔

تختیوں کی بجائے شیشہ کی تنگ نلیوں سے کام لیا جائے تو قوتِ شعری کا اثر زیادہ واضح ہو جاتا ہے۔ اِس قسم کی نلیوں کو عموداً رکھ کر اُن کے نیچے والے سِرے پانی میں ڈبو دئے جائیں تو پانی نلیوں میں چڑھ جاتا ہے۔ نلی میں پانی کی بلندی اُس کے سوراخ کے قُطر پر موقوف ہے۔ سوراخ جتنا تنگ ہوگا پانی اُسی قدر زیادہ بلندی تک چڑھیگا۔

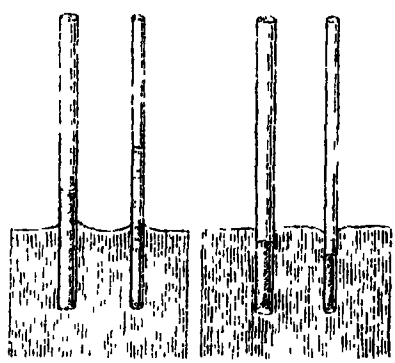
سطح کے تناؤ کے بیان میں تم پڑھ چکے ہو کہ یہ قوت، مایع کو کُرویت پر لے آنا چاہتی ہے۔ اِس امر کو نگاہ میں رکھو اور نلی کے اندر پانی کی سطح پر غور کرو۔ پانی کی چپک اُس کے اتصال پر غالب ہے۔ جب ہم نلی کو پانی میں رکھتے ہیں تو جتنا پانی نلی کے اندر آجاتا ہے اُس کے پہلو چپک کے زور سے نلی کی دیواروں کے ساتھ ساتھ کسی قدر اُوپر اُٹھ آتے ہیں اور گِھرے ہوئے پانی کی سطح اُوپر کی طرف مقعّر ہو جاتی ہے۔ اب اِس مقعّر سطح کو دیکھو۔ اِس کا تناؤ پانی کے سالمات کو پانی کے مرکز کی طرف لے آنا چاہتا ہے تاکہ حتی الوسع پانی میں کُرویت پیدا ہو جائے۔ لیکن سطح کے قریب جو ذرا سا پانی مقعّر ہو گیا ہے اب اُس کا مرکز وُہی ہے جو سطح کے اِنحنا کا مرکز ہے۔ لہٰذا اس گِھرے ہوئے پانی کو کُرویت پر لانے کے لئے سطح کے تناؤ کا یہ تقاضا ہونا چاہئے کہ پانی کے سالمات کو جہاں تک ہوسکے مقعّر سطح کے مرکزِ اِنحنا کے قریب لے آئے۔ اور یہ نقطہ پانی سے اُوپر واقع ہے۔

اب کسی ایک سالمہ کے واردات پر غور کرو ۔ مقعّر سطح کا مرکزِ انحنا بہرکیف پانی کے وجود سے باہر اور اُس سے اُوپر کی طرف ہے ۔ اِس لئے سالمہ اگر شیشہ کی سطح سے الگ ہے تو تناؤ اُس کو اُوپر اُٹھاتا جائیگا ۔ اور اگر سالمہ شیشہ کی سطح سے مَس کر رہا ہے تو اِس صورت میں اُس پر دو قوتوں کا عمل ہوگا ۔ ایک تناؤ جو مرکزِ انحنا کا طالب ہے ۔ دوسری شیشہ کے ساتھ چپک ۔ قوتوں کی تحلیل و ترکیب کے قواعد تمہاری نگاہ میں ہیں تو واقعات کی صورت سے تم سمجھ سکتے ہو کہ اِن دو قوتوں کے حاصل کا رُجحان بھی اُوپر ہی کی طرف ہونا چاہئے ۔ اِس سے ظاہر ہے کہ کوئی اَور قوت مانع نہ ہو تو سطح کا تناؤ مایع کو نلی میں اُٹھاتا چلا جائیگا

سالمات کے وجود پر ایک اَور قوت کی بھی عملداری ہے ۔ یہ قوت جاذبۂ زمین ہے ۔ اِس کا تقاضا یہ ہے کہ سالمات کو جہاں تک ہو سکے زمین کے قریب لے آئے ۔ اِس سے تم سمجھ سکتے ہو کہ جاذبۂ زمین اور سطح کے تناؤ میں سمتِ عمل کا تضاد ہے ۔ **تنگ نلیوں** میں سطح کا تناؤ جاذبۂ زمین پر غالب آجاتا ہے اور پانی اُوپر چڑھنے لگتا ہے ۔ یہ قوت جس سے مایع تنگ نلیوں میں اپنی معمولی سطح سے بلند ہو جاتا ہے اِسے **قوتِ شعری** کہتے ہیں ۔

فرض کرو کہ ایک نلی کا قُطر دوسری نلی کے قُطر سے دوچند ہے ۔ اور دونوں نلیوں کے سرے پانی میں ڈوبے

ہوئے ہیں - یہ ظاہر ہے کہ چھوٹے قُطر کی نلی کے سوراخ کا محیط دوسری نلی کے مقابلہ میں اگر نصف ہوگا تو اِس میں گھرے ہوئے مایع کی سطح کا محیط بھی دوسری نلی کے مقابلہ میں نصف ہوگا۔ اِس لئے اِس میں سطح کا تناؤ بھی نصف ہوگا۔ لیکن نلی کے



شکل ۲۲ - شعری چڑھاؤ اور اُتار

اندر مایع کا حجم مربعِ قطر کے ساتھ تناسبِ معکوس رکھتا ہے۔ اِس لئے اگر دونوں نلیوں میں مایع کے اُستوانے بلندی میں مساوی ہیں تو ضرور ہے کہ تنگ نلی کے اندر مایع کا حجم دوسری نلی کے مقابلہ میں ایک چوتھائی ہو - پھر یہ بھی ظاہر ہے کہ دونوں نلیوں میں مایع کے اُستوانوں کا وزن اُن کے حجم کا متناسب ہونا چاہئے - اِس بنا پر تنگ نلی میں جو مایع کا اُستوانہ ہے اُس کا وزن دوسری نلی میں گھرے ہوئے اُستوانہ کے وزن کا صرف ایک چوتھائی ہوگا۔

اب دیکھو، مایع کے اُستوانوں پر کون کون سی قوتیں عمل کررہی ہیں۔ مایع کے وزن کا تو یہ تقاضا ہے کہ مایع کو نیچے لے آئے اور سطح کا تناؤ اُسے اُوپر اُٹھا رہا ہے۔ تنگ نلی میں سطح کا تناؤ دوسری نلی کے مقابلہ میں نصف ہے۔ اور اِس کے اندر مایع کا جو اُستوانہ کھڑا ہے اُس کا وزن دوسری نلی کے اُستوانہ کے مقابلہ میں ایک چوتھائی ہے۔ پھر کیا یہ ضروری نہیں کہ تنگ نلی میں قوتِ موثر دوسری نلی کے مقابلہ میں دوچند ہو؟ اِس تقریر کا حاصل یہ ہے کہ تنگ نلی میں مایع کی بلندی دوچند قُطر کی نلی کے مقابلہ میں دوچند ہوگی۔

شعری نلی کا سرا پانی کی بجائے پارے میں ڈبو دیا جائے تو نلی کے اندر پارے کی سطح محدّب ہوجاتی ہے۔ اور بیرونی پارے کی سطح سے نیچے دب جاتی ہے۔ شکل ۴۲ میں دائیں ہاتھ پر یہی کیفیت دکھائی گئی ہے۔ پانی کے متعلق جو کچھ بیان ہوچکا ہے اُس کو نگاہ میں رکھو تو اِس بات کا سمجھ لینا کچھ مشکل نہیں کہ پارے کی سطح کیوں دب جاتی ہے۔

کسی نلی کا قُطر بہت چھوٹا ہو تو اِس نلی کو **شعری نلی** کہتے ہیں۔ اِس قسم کی نلی کا سرا کسی مایع میں ڈبو دیا جائے تو جو کچھ مشاہدہ میں آتا ہے اُس کا نام **عملِ شعری** ہے۔ اِن نلیوں کی وجہِ تسمیہ یہ ہے کہ اِن کے سوراخ بال کے سوراخ کی طرح باریک ہوتے ہیں۔

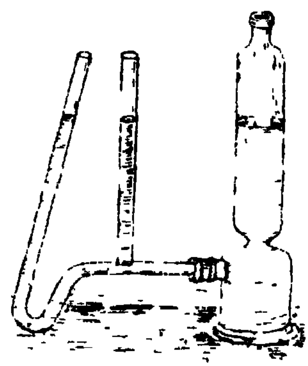
قوتِ شعری امورِ فطری کے انتظام میں بڑے کام کی چیز ہے - چنانچہ نباتات کی جڑیں زمین سے جو پانی لیتی ہیں وہ نباتات کے وجود میں اِسی قوت سے پھیلتا ہے - نباتات میں صانعِ قدرت نے جڑ سے لے کر چوٹی تک نہایت باریک باریک نلیاں بنادی ہیں - قوتِ شعری کے زور سے زمین کا پانی اِن نلیوں میں چڑھتا رہتا ہے - اور نباتات کو سیراب رکھتا ہے۔

چراغ کی بتی میں تیل اپنی اصلی سطح سے اُوپر چڑھتا جاتا ہے - یہ عملِ شعری ہی کا نتیجہ ہے - اِسی طرح تولئے کا ایک سِرا پانی کے برتن میں ڈال دو اور دوسرا سِرا باہر لٹکتا رہنے دو تو پانی تولئے کے تاروں کے رستے برتن سے باہر نکلتا جائیگا۔

مایعات کے امتیازی خواص ـــــ لگن میں پانی بھر کر دیکھو کہ اِس کی سطح کی کیا کیفیت ہے - اِس میں کوئی نشیب و فراز نظر نہیں آتا - تمام مایعات کا یہی حال ہے - جب سکون کی حالت میں ہوتے ہیں تو اُن کی سطح ہمیشہ ہموار رہتی ہے - اِس میں شک نہیں کہ جہاں مایع، برتن کی دیواروں کے ساتھ مَس کرتا ہے وہاں مایع کی سطح کسی قدر اُوپر اُٹھ آتی ہے یا نیچے دب جاتی ہے - لیکن سطح میں وسعت کافی ہو تو اِس ناہمواری کو ہم نظر انداز کرسکتے ہیں -

تجربہ ۲۱۵ ـــــ **ملے ہوئے برتنوں میں سطح کی ہمواری** - مختلف شکل کے برتن (شکل ۲۴۳) لے کر انہیں کسی

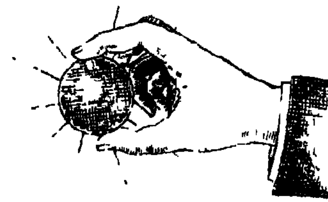
ہموار میز پر رکھ دو - اور اُن کے پیندے ایک دوسرے کے ساتھ اِس طرح ملادو کہ سب برتنوں میں پانی کے لئے آمد و رفت کا رستہ پیدا ہوجائے اب کسی ایک برتن میں پانی ڈالو - پانی سب برتنوں میں پہنچ جائیگا۔



شکل ۴۳ - ملے ہوے برتنوں میں
سطحِ مایع کی ہمواری

تھوڑی سی دیر کے بعد جب پانی سکون کی حالت میں آجائے تو کسی ایک برتن میں جو اُس کی سطح ہے اپنی آنکھ اُس کے ساتھ ہموار رکھ کر دیکھو۔ تمام برتنوں میں پانی کی سطح یکساں بلندی پر نظر آئیگی - اِس تجربہ میں پانی کی بجائے کوئی اور مایع استعمال کرو تو اُس کا بھی یہی حال ہوگا۔

تجربہ ۲۲ ——— مایعات کا دباؤ ہر طرف برابر ہوتا ہے - ربڑ کی ایک کھوکھلی گیند لے کر اُس میں ایک سوراخ کرو - اور اِس سوراخ کے رستے گیند میں پانی بھر دو - پھر اِس سوراخ کو تو اُنگلی سے روکے رہو اور سوئی سے گیند میں ہر طرف چھوٹے چھوٹے سوراخ کردو - اب گیند کو بھینچ دوگے تو تمام سوراخوں میں سے پانی کی دھاریں نکلنے لگینگی - اور یوں معلوم ہوگا کہ پانی گویا گیند کے مرکز سے آرہا ہے۔



شکل ۴۴ - مایع کا، دباؤ پہنچانا۔

اِس سے ثابت ہے کہ گیند پر جو دباؤ ڈالا گیا تھا اُس کو پانی نے ہر طرف یکساں قبول کیا ہے۔

گیسوں کے امتیازی خواص ـــــــ ٹھوس اپنے حجم کو قائم رکھنا اور اپنی مخصوص شکل پر رہنا چاہتے ہیں۔ علاوہ بریں ٹھوس پر دباؤ ڈالا جائے تو اُس میں دباؤ کا اثر صرف اُسی سمت میں پہنچتا ہے جو دباؤ کی سمتِ عمل ہے۔ مایعات میں شکل کی قید نہیں۔ حجم البتہ قائم رہتا ہے۔ مایع پر دباؤ پڑتا ہے تو اُس کا اثر دباؤ کی سمتِ عمل پر موقوف نہیں رہتا۔ بلکہ ہر طرف مساوی پہنچتا ہے۔ گیسوں کے وجود میں نہ شکل کی قید ہے نہ حجم کی۔ کسی گیس کی ذرا سی مقدار لے کر بڑے سے برتن میں داخل کردو تو وہ ایک آنِ واحد میں تمام برتن کے اندر پھیل جائیگی اور ہر طرف یکساں پھیلیگی۔ اِسی طرح اگر یہ چاہو کہ گیس کی بڑی سی مقدار کو بھینچ کر تھوڑی سی جگہ میں لے آؤ تو وہ آسانی سے اِس امر کو قبول کرلیگی۔ مایعات کی طرح گیسوں میں بھی دباؤ کا اثر ہر طرف مساوی پہنچتا ہے۔

ذیل میں ہم ٹھوس، مایع، اور گیس کے چند امتیازی

خواص ایک جدول کی شکل میں درج کر دیتے ہیں کہ طالب علم کو مقابلہ کرنے میں سہولت رہے۔

ٹھوس اجسام، شکل اور حجم کو قائم رکھتے ہیں۔	مایعات کا حجم قایم رہتا ہے۔ لیکن ان کی شکل بدل جاتی ہے چنانچہ جس برتن میں ڈال دو اُسی کی شکل اختیار کر لیتے ہیں۔	گیسوں میں نہ شکل کی قید ہے نہ حجم کی۔ اِن کو بے روک چھوڑ دو تو وہ اِس طرح پھیل جاتی ہیں کہ گویا کسی حد کی تابع نہیں۔
ٹھوس اجسام میں قوتِ اتصال زیادہ ہوتی ہے جس کا نتیجہ یہ ہے کہ اُن کے سالمات اپنے معین محلوں کے اندر اچھے خاصے استقلال کے ساتھ قائم رہتے ہیں۔	مایعات میں قوتِ اتصال کمزور ہے اور اُن کے سالمات کسی قدر سہولت کے ساتھ حرکت کر سکتے ہیں۔	گیسوں کے وجود میں قوتِ اتصال تقریباً ناپید ہے۔
ٹھوس اجسام میں کچھ نہ کچھ اُستواری ضرور پائی جاتی ہے۔	مایعات میں اُستواری نہیں ہوتی لیکن کچھ نہ کچھ لزوجت ضرور ہوتی ہے۔	گیسوں میں نہ اُستواری ہے نہ لزوجت۔
بعض ٹھوس اجسام دبانے سے کسی قدر پچک جاتے ہیں اور اِس کیفیت کی حدیں	مایعات پر بہت بڑی قوت لگائی جائے تو اِس حال میں بھی وہ نہایت خفیف سے	گیسیں بہت آسانی سے پچک جاتی ہیں۔

مختلف قسم کے جسموں میں مختلف ہوتی ہیں ۔	پچکتے ہیں ۔ اِس لئے معمولی عملیات میں اُن کے پچکاؤ کو نظرانداز کردیا جائے تو کچھ ہرج نہیں ۔	
ٹھوس اجسام پر دباؤ ڈالا جائے تو دباؤ کا اثر اُسی سمت میں جاتا ہے جو دباؤ کی سمتِ عمل ہے ۔	مایعات پر دباؤ ڈالا جاتا ہے تو اُس کا اثر ہر طرف مساوی رہتا ہے ۔	گیسوں کا دباؤ بھی ہر طرف برابر ہوتا ہے ۔

پہلی فصل کی مشقیں

(۱) تجربوں سے ثابت کرو کہ

ا ۔ ٹھوس متخلخل ہیں ۔

ب ۔ مایعات بھی متخلخل ہیں ۔

(۲) اِس مسئلہ کو تجربہ سے تم کس طرح ثابت کروگے کہ حالت کے بدل جانے سے مادہ کی کمیت میں کوئی فرق نہیں آتا ؟

(۳) کسی ٹھوس جسم مثلاً انٹے کی گولی کے متعلق اِس بات کو تم کس تجربہ سے ثابت کروگے کہ وہ لچکدار ہے ؟ لچک سے تم کیا مراد لیتے ہو ؟ جہاں تک ہوسکے جواب مفصل ہونا چاہیئے ۔

(۴) وہ کونسی خاصیت ہے جو مایعات میں پائی جاتی ہے اور ٹھوس جسموں میں نہیں ملتی؟ گیس کی وہ خصوصیت بتاؤ جو مایع اور ٹھوس چیزوں میں ناپید ہے۔

(۵) ضروری شرائط موجود ہوں تو مادہ مختلف حالتیں اختیار کرسکتا ہے۔ اِس مسئلہ کی توضیح کے لئے کوئی تجربہ مفصل بیان کرو۔

(۶) اِس بات کا تمہارے پاس کیا ثبوت ہے کہ مادہ کی مختلف حالتیں بالتدریج ایک دوسرے کی سرحد میں آجاتی ہیں؟

(۷) علما کا قیاس ہے کہ مادہ کی ہر شکل، سالمات کا اجتماع ہے۔ یہ قیاس کن دلائل پر مبنی ہے؟

(۸) مادہ کے وہ خواص بیان کرو جو ہر قسم کے مادہ میں پائے جاتے ہیں۔ یہ بھی بتاؤ کہ مادہ کی خاصیت سے کیا مُراد ہے؟

(۹) شیشہ کی دو تنگ نلیاں جن میں سے ایک کا قطر دوسری کے قُطر سے دوچند ہے باری باری سے پانی اور پارے میں رکھی گئی ہیں۔ مفصل بیان کرو اور شکل بناکر دکھاؤ کہ کیا کیا باتیں مشاہدہ میں آئینگی۔

دوسری فصل

کثافت اور کثافتِ اضافی

تمہارے سامنے ایک لکڑی کا بڑا سا ٹکڑا پڑا ہے اور ایک ذرا سا ٹکڑا لوہے کا۔ اِن دونوں کو اُٹھاکر دیکھو تو معلوم ہوگا کہ لکڑی کا ٹکڑا لوہے کے ٹکڑے سے بھاری ہے۔ لیکن یاد رکھو، اِس سے صرف اِتنا پتا چلا ہے کہ لکڑی کا یہ ٹکڑا جو تمہاری نگاہ کے سامنے ہے لوہے کے اُس ٹکڑے سے بھاری ہے جس کو تم دیکھ رہے ہو۔ لکڑی اور لوہے کی ذات کے متعلق کوئی پتے کی بات دریافت نہیں ہوئی۔ اِسی طرح، ایک گھڑا پانی سے بھرلو اور ایک پیالی میں ذرا سا پارا رکھ لو۔ پھر دونوں کا مقابلہ کرو تو پانی کا گھڑا پارے سے زیادہ وزنی ہوگا۔ لیکن اِس سے تم یہ نتیجہ نہیں نکال سکتے کہ پانی بذاتِ خود پارے سے زیادہ وزندار چیز ہے۔ اِس مطلب کے لئے لازم ہے کہ جن چیزوں کا مقابلہ کرنا منظور ہے اُن کے حجموں کی برابری کا خیال رکھا جائے۔ دو مساوی حجم کی مختلف چیزیں لے کر اُن کے وزنوں کا مقابلہ

کرو تو اِس سے اِن چیزوں کے متعلق ایک صحیح نتیجہ قائم ہوسکتا ہے۔ اور تم کہہ سکتے ہو کہ کون سی چیز کے اندر مادہ کی زیادہ مقدار موجود ہے ۔

مختلف قسم کے مساوی الحجم ٹھوس جسموں کو دیکھو تو اُن کی کمیت میں بہت کچھ اختلاف پاؤ گے ۔ لکڑی ، سنگِ مرمر، کاک اور سیسے کا ایک ایک مکعب اِنچ ٹکڑا لے کر اُن کا مقابلہ کرو تو معلوم ہوگا کہ سیسے کا ایک مکعب اِنچ سب میں زیادہ بھاری ہے۔یا یوں کہو کہ اُس کی کمیتِ مادہ سب سے زیادہ ہے۔ اِس کے بعد سنگِ مرمر آتا ہے ۔ پھر بالترتیب لکڑی اور کاک کا نمبر ہے ۔

ایک ہی وزن اور ایک ہی حجم کی دو بوتلیں لو اور اُن میں مختلف قسم کی مایع چیزیں بھر کر اُن کا وزن کرو تو تم دیکھو گے کہ اُن کی کمیت بھی ایک دوسرے کے برابر نہیں۔ یہی حال گیسوں کا ہے ۔

اب ایک سیر روئی لو اور ایک سیر سیسا۔اِن دونوں کے وزن برابر ہیں ۔اِس لئے اِن کی کمیت بھی ایک دوسرے کے مساوی ہے ۔ لیکن ایک سیر سیسے کے مقابلہ میں ایک سیر روئی زیادہ جگہ گھیرتی ہے ۔یعنی روئی کا حجم سیسے کے حجم سے بڑا ہے ۔پھر اِس اختلاف کی کیا وجہ ہے ؟ اِس کے جواب میں تم کہہ سکتے ہو کہ سیسے کے ٹکڑے میں مادہ زیادہ بھنچا ہؤا ہے اور اُس کے اجزاء ایک دوسرے کے زیادہ قریب واقع ہیں

اِس لئے وہ کم جگہ گھیرتا ہے ۔ اِسی خیال کو ہم علمی زبان میں یوں ادا کرینگے کہ سیسا روئی کے مقابلہ میں زیادہ **کثیف** ہے ۔

کسی چیز کا حجم کم ہو اور کمیت مقابلتاً زیادہ، تو وہ چیز **کثیف** کہلاتی ہے ۔ یا یوں کہتے ہیں کہ اُس کی **کثافت** زیادہ ہے ۔ کسی چیز کا حجم زیادہ ہو اور کمیت مقابلتاً کم، تو وہ چیز **لطیف** ہوگی ۔ یا اِس خیال کو یوں ادا کرینگے کہ اُس کی **کثافت** کم ہے ۔ سیسا ایک ایسی چیز ہے کہ اُس کی کثافت بہت بڑھی ہوئی ہے ۔ اِس کی وجہ یہ ہے کہ اِس کے چھوٹے سے ٹکڑے میں مادہ کی بہت سی مقدار سماگئی ہے ۔ سرکنڈے کے گودے اور کاک وغیرہ کا یہ حال ہے کہ اِن کی کثافت بہت کم ہے ۔ اِن کے بڑے بڑے ٹکڑے لے کر دیکھو تو اُن کے اندر مادہ کی بہت تھوڑی سی مقدار پاؤگے ۔

ایک مکعب سنتی میتر سنگِ مرمر کے ٹکڑے کی کمیت اِتنی ہوتی ہے کہ تول کر دیکھو تو اُس کا وزن ۵ء۲ گرام نکلیگا ۔ لیکن اِتنا ہی بڑا لوہے کا ٹکڑا ہو تو اُس کا وزن ۵ء۷ گرام ہوگا ۔ اور اِسی حجم کا سونے کا ٹکڑا ۳ء۱۹ گرام کے برابر پڑیگا ۔ اِن رقموں پر غور کرو تو معلوم ہو جائیگا کہ ہر چیز کے کسی معیّن حجم کے اندر مادہ کی کتنی مقدار موجود ہے ۔ اِسی کو اُس کی **کثافت** سمجھنا چاہئے ۔

اِس تقریر میں ہم نے دو چیزوں سے کام لیا ہے ۔ ایک حجم اور دوسری کمیت ۔ اِن ہی دو چیزوں پر کثافت کی

تعریف بنی ہے ۔ اِس لئے ضروری ہے کہ اِن دونوں کی اِکائیوں کا بھی لحاظ کیا جائے ۔ دونوں کے لئے اِس قسم کی اِکائیاں تجویز کرنی چاہئیں کہ ایک دوسرے کے لئے غیر مناسب نہ ہوں۔ علمی کاموں میں حجم کی اِکائی **مکعب سنتی میتر** ہے اور کمیت کی اِکائی گرام۔

کثافت سے کسی چیز کی کمیت فی اِکائی حجم مُراد ہے ۔ اِس تعریف کو ریاضی کی زبان میں ادا کرو تو اِس کی صورت حسبِ ذیل ہوگی :۔

$$\text{کثافت} = \frac{\text{کمیت}}{\text{حجم}}$$

اِس تعریف سے تم سمجھ سکتے ہو کہ حجم کو کثافت سے ضرب کریں تو حاصلِ ضرب کمیت کے برابر ہوگا ۔ ریاضی کی زبان میں اِس کو یوں کہینگے کہ

$$\text{حجم} \times \text{کثافت} = \text{کمیت}$$

اور

$$\text{حجم} = \frac{\text{کمیت}}{\text{کثافت}}$$

جب ہم یہ کہتے ہیں کہ سیسے کا ٹکڑا اپنے مساوی الحجم لکڑی کے ٹکڑے سے زیادہ کثیف ہے تو اِس سے ہمارا مطلب یہ ہوتا ہے کہ لکڑی کے ٹکڑے کی بہ نسبت سیسے کے ٹکڑے میں مادہ کی مقدار زیادہ ہے ۔ یعنی سیسے کے ٹکڑے میں سالمات زیادہ گنجان رکھے گئے ہیں ۔ علاوہ بریں سیسے کے ہر سالمہ کی کمیت بھی زیادہ ہے ۔ ہم کسی چیز کے سالمات کی کمیت کو تبدیل نہیں کرسکتے ۔ لیکن آگے چل کر تم دیکھوگے کہ

سالمات کی ترتیب کو گنجان سے غیر گنجان اور غیر گنجان سے گنجان کردینا ممکن ہے۔ سالمات کی ترتیب زیادہ گنجان کردی جائے تو اِس کا نتیجہ یہ ہوگا کہ مادہ کی زیادہ مقدار تھوڑی سی جگہ میں آجائیگی۔ اور اُس کی کثافت بڑھ جائیگی۔ اور اگر سالمات کو زیادہ پھیلا دیا جائے تو اُس کی کثافت کم ہو جائیگی۔ اِس مضمون کو سمجھنے کے لئے روئی کے گالے کو دباکر دیکھو کہ اُس کا کیا حال ہو جاتا ہے۔

کثافتِ اضافی ——— اُوپر کے بیان میں تم نے دیکھ لیا کہ مختلف مادی اجسام کی کثافت مختلف ہے۔ لیکن ابھی تم یہ نہیں سمجھے کہ اِن کی کثافتوں کو ایک دوسرے کے ساتھ کیا نسبت ہے۔ اِس نسبت کو معلوم کرنے کے لئے ضروری ہے کہ تمام اہلِ علم کا کسی ایک چیز پر اِتفاق ہو جائے اور سب مادی اجسام کی کثافتوں کا اِسی چیز کی کثافت سے مقابلہ کیا جائے۔ پھر ہم وثوق کے ساتھ کہہ سکتے ہیں کہ کون سی چیز زیادہ کثیف ہے اور کون سی کم۔ اِس مطلب کے لئے سب لوگوں نے پانی پر اتفاق کر رکھا ہے اور ہر جسم کی کثافت کا پانی ہی کی کثافت سے مقابلہ کرتے ہیں۔ اِس سے معلوم ہوجاتا ہے کہ کوئی جسم اپنے مساوی الحجم پانی کی بہ نسبت کتنا بھاری ہے۔ یا یوں کہو کہ پانی کے مقابلہ میں اُس جسم کی کثافت کس قدر ہے۔ اِس مقابلہ کے نتیجہ کو کثافتِ اضافی کہتے ہیں۔

کثافتِ اضافی وہ علامت ہے جو یہ بتاتا ہے کہ کسی جسم کا وزن اُس کے مساوی الحجم پانی کے وزن سے کتنے گُنا ہے۔ ریاضی کی زبان میں اِس تعریف کی صورت حسبِ ذیل ہوگی:-

کثافتِ اضافی = کسی چیز کا وزن / اُس چیز کے مساوی الحجم پانی کا وزن

یا یوں کہو کہ

کثافتِ اضافی = کسی چیز کا وزن فی اِکائی حجم / پانی کا وزن فی اِکائی حجم

اِس مقام پر طالب علم کو کثافتِ اِضافی اور کثافتِ مُطلق میں تمیز کر لینا چاہئے۔ کثافتِ اضافی محض ایک تناسب ہے جس سے یہ معلوم ہوتا ہے کہ ایک چیز کے وزن کو کسی دوسری مساوی الحجم چیز کے وزن سے کیا نسبت ہے۔ کثافتِ مُطلق کا حال اِس سے بالکل جُداگانہ ہے۔ اِس میں یہ دیکھا جاتا ہے کہ کسی چیز کے اِکائی حجم میں مادہ کی کتنی مقدار موجود ہے۔ یا یوں کہو کہ اُس کے اِکائی حجم کا وزن کیا ہے۔ اِس لئے جب کثافتِ مُطلق کا ذکر آئے تو اِس بات کا بھی لحاظ ہونا چاہئے کہ اِس مطلب کے لئے حجم اور وزن کی ہم کون سی اِکائیاں استعمال کر رہے ہیں۔ جب اِکائیاں بدل جاتی ہیں تو نتیجہ بھی بدل جاتا ہے۔

مثلاً لوہے کی کثافتِ اضافی کا ذکر ہو تو ہم کہینگے کہ

اِس کی کثافتِ اضافی ۵ ر ۷ ہے اور اِس سے مطلب یہ ہوگا کہ لوہا اپنے مساوی الحجم پانی کے مقابلہ میں ۵ ر ۷ گُنا بھاری ہے۔ اِس میں چونکہ شرط صرف یہ ہے کہ دونوں چیزیں جن کا مقابلہ کیا گیا ہے اُن کے حجم ایک دوسرے کے برابر ہوں اِس لئے وزن اور حجم کے لئے جونسی اِکائیاں چاہو پسند کرلو۔ نتیجہ ہر حال میں وُہی ہوگا۔ لیکن کثافتِ مُطلق کا معاملہ اِس کے برعکس ہے۔ اِس میں یہ دیکھا جاتا ہے کہ کسی چیز کا حجم، حجم کی ایک اِکائی کے برابر ہو تو اُس کا وزن کیا ہوگا۔ اِس سے ظاہر ہے کہ اِکائی کی قیمت کم و بیش ہوگی تو اُس کے ساتھ ہی اِتنے حجم کی چیز کا وزن بھی علی الترتیب کم و بیش ہو جائیگا۔ مثلاً حجم اور وزن کی اِکائی نظامِ اعشاریہ سے لوگے تو یوں کہا جائیگا کہ لوہے کی کثافت ۵ ر ۷ گرام فی مکعب سنتی میتر ہے اور اگر وزن کی اِکائی پونڈ ہوگی اور حجم کی اِکائی مکعب فٹ تو پھر یہ کہنا پڑیگا کہ لوہے کی کثافت ۵ ر ۴۶۲ پونڈ فی مکعب فٹ ہے۔

علاوہ بریں اِس بات کو بھی نگاہ میں رکھنا چاہیئے کہ کثافتِ اضافی محض ایک تناسب کا نام ہے۔ اِس لئے جب اِس کا اظہار کرنا ہو تو خالی ایک عددِ محض کا نام لے دینا کافی ہے۔ لیکن کثافتِ مُطلق کے بیان میں اِس سے کام نہیں چل سکتا۔ اِس میں یہ بھی بتانا ہوگا کہ اِس عدد سے کون سی چیز مراد ہے۔ مثلاً یہ کہہ دینا کافی نہیں کہ لوہے کی کثافت ۵ ر ۷

ہے ۔ اِسی قدر کہہ دوگے تو تمہاری بات مہمل ہوگی ۔ اور سُننے والے کی سمجھ میں کچھ نہ آئیگا کہ تمہارا کیا مطلب ہے ۔ پورا مطلب ادا کرنے کے لئے یوں کہنا پڑیگا کہ لوہے کی کثافت ۷٫۵ گرام فی مکعب سنتی میتر ہے اور اِس سے مُراد یہ ہوگی کہ ایک مکعب سنتی میتر حجم کا لوہا اپنے اندر مادہ کی اتنی مقدار رکھتا ہے کہ اُس کا وزن ۷٫۵ گرام ہوتا ہے۔

تم پڑھ چکے ہو کہ پانی کے ایک مکعب سنتی میتر کا وزن ایک گرام ہے ۔ اِس سے تم سمجھ سکتے ہو کہ اگر حجم اور وزن کے لئے تمہاری اِکائیاں مکعب سنتی میتر اور گرام ہیں تو اِس صورت میں جو عدد کثافتِ اضافی کو تعبیر کریگا وہ وُہی عدد ہوگا جو یہ ظاہر کرتا ہے کہ کسی چیز کی کثافتِ مُطلق کیا ہے ۔ اِن اِکائیوں کے رُو سے کثافت کی تعریف یہ ہے کہ کسی چیز کے ایک مکعب سنتی میتر کا وزن کیا ہے ۔ اور کثافتِ اضافی کے متعلق تم پڑھ چکے ہو کہ ریاضی کی زبان میں اِس کی تعریف حسبِ ذیل ہے:-

$$\text{کثافتِ اضافی} = \frac{\text{کسی چیز کا وزن فی اِکائی حجم}}{\text{پانی کا وزن فی اِکائی حجم}}$$

اب اگر وزن کی اِکائی گرام ہے اور حجم کی اِکائی مکعب سنتی میتر تو چونکہ ایک مکعب سنتی میتر پانی کا وزن ایک گرام ہے اِس لئے تعریفِ بالا ذیل کی صورت اختیار کریگی:-

کثافتِ اضافی = کسی چیز کے ایک مکعب سنٹی میٹر حجم کا وزن / پانی کے ایک مکعب سنٹی میٹر حجم کا وزن

= کسی چیز کے ایک مکعب سنٹی میٹر حجم کا وزن / ۱ گرام

= وہ عدد جو اس چیز کے ایک مکعب سنٹی میٹر حجم کا وزن بتاتا ہے۔

تجربہ ۵۳ ـــ مختلف شکل کی ٹھوس چیزیں لے کر اُن کا حجم دریافت کرو۔ پھر ترازو پر رکھ کر تولو اور بتاؤ ہر ایک کی کثافت کیا ہے۔ پھر اِن چیزوں کے مساوی الحجم پانی کا وزن معلوم کرو اور ہر ایک کی کثافتِ اضافی نکالو۔

تجربہ ۵۴ ـــ شیشہ کی ایک صاف اور خشک صُراحی لو جس کی گردن پر ایک نشان کُھدا ہؤا ہو۔ اِس صُراحی کو ترازو کے ایک پلڑے میں رکھ دو اور دوسرے پلڑے میں ریت یا کوئی اَور چیز ڈال کر صُراحی کا دھڑا کرلو۔ اب دھڑے کو تو ترازو ہی میں رہنے دو اور صُراحی کو اُٹھا کر اُس میں اِس قدر گندک کا تیزاب ڈالو کہ گردن کے نشان تک بھر جائے۔ پھر تول کر دیکھو کہ تیزاب کا وزن کتنا ہے۔ اِس کے بعد تیزاب نکال لو اور صُراحی کو پانی سے اچھی طرح دھو لو کہ تیزاب کی آلائش باقی نہ رہے۔ پھر گردن کے نشان تک اِس میں پانی بھر دو۔ اور دیکھو اِس کا وزن کیا ہے۔ اِس طرح گندک کے تیزاب اور اُس کے مساوی الحجم پانی کا وزن معلوم ہوجائیگا اب بتاؤ اِس تیزاب کی **کثافتِ اضافی** کیا ہوگی۔

تیزاب کی کثافتِ اضافی = تیزاب کا وزن / اُس کے مساوی الحجم پانی کا وزن

تجربہ ۲۵ ـــــ اوپر کے تجربہ میں صُراحی کے اندر گردن کے نشان تک جو پانی بھرا ہے اُسے کسی درجہ دار ناپنے کے برتن میں ڈال کر دیکھو کہ اُس کا حجم کیا ہے ۔ یہی حجم اُس تیزاب کا ہوگا جو تم نے صراحی میں بھر کر تولا ہے ۔ اِس کا وزن تمہیں پہلے معلوم ہو چکا ہے ۔ اب بتاؤ اِس تیزاب کی **کثافت** کیا ہے ۔

تیزاب کی کثافت　=　وزن / حجم

دوسری فصل کی مشقیں

(۱) سیسے کی کثافت ۱۱٫۳۴ گرام فی مکعب سمر ہے ۔ بتاؤ پونڈوں میں اُس کی کثافت فی مکعب فٹ کیا ہوگی ؟

(۲) سیسے کی ایک سلاخ کا قُطر ۱ سمر اور وزن ۱ ملی گرام ہے ۔ بتاؤ اِس کا طول کیا ہوگا ؟

سیسے کی کثافت　=　۱۱٫۳۴ گرام فی مکعب سمر

(۳) لکڑی کے ۲ انچ لمبے، ۱½ انچ چوڑے اور ۵/۱۸ انچ اونچے کُندے کا وزن ۳۰٫۳۵ گرام ہے ۔ بتاؤ اِس کی کثافت کتنے گرام فی مکعب سمر ہوگی ؟

(۴) ایک پیتل کا بنا ۱½ کلو گرام کا باٹ ۷٫۵ سمر اُونچا ہے ۔ اِس کی کثافت ۸٫۴ گرام فی مکعب سمر ہو تو اِس کا قُطر کیا ہوگا ؟

(۵) کمیتِ مادہ، حجم، اور کثافت کی تعریف بیان کرو اور بتاؤ اِن چیزوں کا آپس میں کیا تعلق ہے ؟

(۶) ایک بوتل میں ۱۰۰ گرام گندک کا تیزاب آتا ہے - تیزاب کی کثافت ۱ء۸۴ گرام فی مکعب سمر ہے - بتاؤ اِس بوتل میں ۱ء۲۶ گرام فی مکعب سمر کثافت کا کتنا مایع سما جائیگا ؟

(۷) کثافتِ مُطلق اور کثافتِ اضافی میں کیا فرق ہے ؟ تمہیں صرف یہ بتا دیا جائے کہ لوہے کی **کثافتِ اضافی** ۷ء۵ ہے تو اِس سے تم لوہے کی کثافتِ **مطلق** پر کس طرح استدلال کروگے ؟

(۸) تمہیں دھات کے دو غیر منتظم ٹکڑے دیئے گئے ہیں - ایک سونے کا ہے، دوسرا ملمع شدہ پیتل کا - طبیعیات کا وہ کونسا قاعدہ ہے جس سے تم یہ معلوم کروگے کہ کونسا ٹکڑا سونے کا ہے ؟

(۹) لکڑی کے کُندے میں کیلیں گڑی ہوئی ہیں - لکڑی کا وزن ۰ء۵ گرام فی مکعب سمر ہے - مقصود یہ ہے کہ لکڑی سے نکال لینے کے بغیر کیلوں کا وزن معلوم ہو جائے - بتاؤ تجربہ سے یہ بات کیونکر حاصل ہوسکتی ہے ؟

تیسری فصل

مایعات کا دباؤ

مایعات کی سطح اُفق کے متوازی رہتی ہے ــــــ پانی یا کسی اور مایع کو کھلے مُنہ کے برتن میں ڈال دیتے ہیں تو اُوپر کی طرف اُس کی ایک خاص حد نظر آتی ہے - اِسی کو مایع کی سطح کہتے ہیں - یہ سطح ہمیشہ اُفق کے متوازی رہتی ہے -

تجربہ ۵۶ ــــــ ایک چوڑے مُنہ کی پیالی میں پارا ڈال کر اُس کے اُوپر ایک شاقول لٹکا دو - شاقول اور اُس کا خیال ایک خطِ مستقیم میں ہونگے - اِس سے ظاہر ہے کہ شاقول کی سمت پارے کی سطح پر عموداً واقع ہے - اور چونکہ شاقول سمتِ عمودی میں ہے - اِس لئے ضرور ہے کہ پارے کی سطح اُفق کے متوازی ہو -

ہر مایع کی سطح اُس کے ہر حصہ میں مساوی بلندی تک پہنچتی ہے - یہ اصل میں اِسی بات کا نتیجہ ہے کہ ہر مایع کی آزاد سطح سکون کی حالت میں اُفق کے متوازی رہتی ہے - تم نے اکثر دیکھا ہوگا کہ لوٹے میں پانی ڈالا جاتا ہے تو وہ اُس کی ٹونٹی میں بھی چڑھ آتا ہے - اور غور سے دیکھو تو لوٹے اور ٹونٹی دونوں میں پانی کی سطح

ایک سیدھ میں نظر آتی ہے۔

تجربہ ۱۲ کو ایک بار پھر پڑھ لو۔ اِن مختلف شکل کے برتنوں میں پانی ڈال دیتے ہیں تو چونکہ اِن کی شکلیں اور حجم مختلف ہیں اِس لئے اِن کے اندر پانی کی شکلوں اور حجموں میں بھی بہت کچھ اختلاف پیدا ہو جاتا ہے۔ لیکن پانی کی سطح تمام برتنوں کے اندر ایک سیدھ میں رہتی ہے اور اُفق کے متوازی رہتی ہے۔

مایعات کی یہ خاصیت کہ وہ ہمیشہ اپنی اصلی سطح کے طالب رہتے ہیں، بڑے کام کی چیز ہے۔ چنانچہ شہروں میں جو آب رسانی کا انتظام کیا جاتا ہے وہ اِسی اصول پر مبنی ہے۔ کوئی ایسی جگہ پسند کر لیتے ہیں جو تمام شہر سے بلند ہو۔ وہاں پانی جمع کرنے کے لئے ایک بڑا سا حوض بنا لیتے ہیں اور نلوں کے ذریعہ گھروں کے ساتھ اس کا تعلق قائم کر دیتے ہیں۔ نل اونچے ہوں یا نیچے۔ پانی ہر جگہ پہنچتا رہتا ہے بشرطیکہ نل کی بلندی کسی جگہ حوض کی بلندی سے زیادہ نہ ہو جائے۔ حوض کا پانی نل میں داخل ہوتا ہے تو چاہتا ہے کہ ہر جگہ اُس کی سطح اُتنی ہی بلند ہو جائے جتنی کہ حوض کے اندر ہے۔ اِس لئے اُونچے اُونچے مکانوں میں بھی پہنچ جاتا ہے۔

تجربہ ۱۳ ـــــ ایک ہموار پیندے کی چوڑی سی پیالی میں پانی ڈال دو اور ہموار میز پر رکھ کر پیمانہ سے دیکھو تو اُس کی گہرائی ہر جگہ مساوی ہوگی۔ اب پیالی کے پیندے کو ایک طرف سے تو میز کے ساتھ لگا رہنے دو اور دوسری طرف سے ذرا اُوپر اُٹھا دو۔ پھر پیمانہ لے کر دونوں

طرف پانی کی گہرائی ناپو۔ جس طرف پیندا اُوپر اُٹھ گیا ہے اُدھر پانی کی گہرائی کم ہوگی اور دوسری طرف زیادہ۔ پانی اپنی سطح ہموار اور اُفق کے متوازی رکھنا چاہتا ہے۔ اِس لئے جب تم نے پیندے کو ایک طرف سے اُٹھا دیا تو پانی ڈھلک کر نیچے کی طرف آگیا کہ اُس کی سطح کی ہمواری اور اُفق کی موازات میں فرق نہ آنے پائے۔

اِسی اُصول پر وہ آلہ بنایا گیا ہے جسے **اُفق نما** کہتے ہیں۔ یہ شیشہ کی ایک نلی ہے جس میں پانی، شراب، یا کوئی اور مایع چیز ڈال کر ہوا کے ایک چھوٹے سے بُلبلے کے لئے جگہ چھوڑ دیتے ہیں اور نلی کو دونوں طرف سے بند کر دیتے ہیں۔ کسی سطح کی ہمواری دیکھنا ہو تو اِس آلہ سے کام لیتے ہیں۔ سطح ہموار نہ ہو تو جب یہ آلہ اُس پر رکھا جائیگا ہوا کا بُلبلہ اُونچائی کی طرف آجائیگا۔ اِس کی وجہ یہی ہے کہ مایع اپنی سطح اُفق کے متوازی رکھنا چاہتا ہے۔ اِس لئے اُس کا بیشتر حصہ نیچائی کی طرف آجاتا ہے اور اُونچائی کی طرف بُلبلے کے لئے جگہ خالی کردیتا ہے۔ ہوا کا جسم چونکہ مقابلتہً ہلکا ہے اِس لئے بُلبلہ اِدھر چلا آتا ہے۔

سیالی دباؤ —— مادی جسموں کو ایک دوسرے کے ساتھ چھوتا ہوا رکھا جائے تو اُن کی سطحوں پر ایک دوسرے کے وجود سے کچھ نہ کچھ دباؤ ضرور پڑتا ہے۔ اور اُس کا اثر سطح کے اُن تمام حصوں پر ہوتا ہے جو ایک دوسرے کو چھو رہے ہوں۔ اِن جسموں میں سے کوئی ایک سیال ہو تو اُس کے

دباؤ کو سیالی دباؤ کہتے ہیں - اِس دباؤ کے ناپنے میں اِس بات کو دیکھنا چاہئے کہ سیال کے وجود سے چھُوتا ہُوا جو جسم رکھا گیا ہے اُس کی سطح پر سیال کے وجود سے کس قدر زور پڑ رہا ہے - اگر یہ معلوم ہو جائے کہ اُس جسم کی سطح کے اِکائی رقبہ پر سیال کا کس قدر دباؤ ہے تو اِسی کو سیالی دباؤ کہینگے - اِس بات کو یاد رکھنا چاہئے کہ جب ہم دباؤ کا لفظ استعمال کرتے ہیں تو اُس سے کسی "سطح پر دباؤ نی اِکائی رقبہ" مُراد ہوتا ہے - تمام سطح پر جو دباؤ پڑتا ہے اُس کو مجموعی دباؤ کہتے ہیں - دباؤ نی اِکائی رقبہ' کہنے کی بجائے عموماً یہ کہہ دیتے ہیں کہ فلاں **نقطہ** پر اِس قدر دباؤ ہے - یہ تم پہلے پڑھ چکے ہو کہ کسی ٹھوس جسم کو دبایا جائے تو دباؤ کا اثر جو کچھ ہوتا ہے اُسی سمت میں ہوتا ہے جو دباؤ کی سمتِ عمل ہے - سیال جسموں کا یہ حال نہیں - تمام مایعات اور گیسوں کا یہ خاصہ ہے کہ اُن کو ایک طرف سے دبایا جائے تو اُن کے وجود پر ہر طرف دباؤ کا اثر پڑتا ہے - ہم اِس مقام پر صرف مایعات کا ذکر کرینگے اور گیسوں کو بعد کے لئے چھوڑ دینگے -

ٹھوس کو ٹھوس پر رکھ کر گھسیٹتے ہیں تو اِس میں کچھ دقت معلوم ہوتی ہے - اِس دقّت کی وجہ یہ ہے کہ ٹھوس ایک دوسرے کے ساتھ رگڑ کھاتے ہیں - اور گھسیٹتے وقت اِس رگڑ کی قوت کا مقابلہ کرنے میں ہماری کچھ قوت صرف

ہوتی ہے۔ سیال جسموں میں رگڑ کی قوت بہت کم ہے۔ اِس لئے اُن کے اجزا ایک دوسرے کے اُوپر سے بہت آسانی کے ساتھ پھسل جاتے ہیں۔ لیکن اِس پر بھی یہ کہنا صحیح نہیں کہ اُن میں رگڑ کی قوت مطلق نہیں ہوتی۔

کوئی مایع جسم ایسا ہو کہ اُس کے حصے ایک دوسرے سے بے تکلف جُدا کئے جاسکیں اور اُس کے سالمات کے لئے ایک دوسرے کے پاس سے، رگڑ کے بغیر پھسل کر گزر جانا ممکن ہو تو اُس مایع کو **مایعِ کامل** کہینگے۔

پانی جب حرکت میں ہوتا ہے تو جس برتن کے اندر حرکت کرتا ہے اُس کی دیواروں کے ساتھ ضرور کچھ نہ کچھ رگڑ کھاتا ہؤا جاتا ہے۔ لیکن جب وہ سکون کی حالت میں ہوتا ہے تو اُس کے سالمات کے درمیان کوئی رگڑ نہیں ہوتی۔ اور ہم کہہ سکتے ہیں کہ پانی اِس حال میں مایعِ کامل کی مثال ہے۔

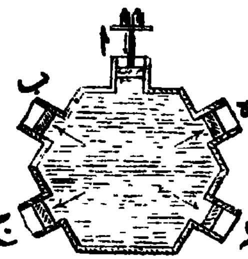
مایعات کے دباؤ کی سمت —— کوئی مایع چیز کسی برتن کے اندر سکون کی حالت میں ہو تو اُس کے وجود سے برتن کی دیواروں پر ہر طرف ایک دباؤ سا پڑتا ہے۔ اِس دباؤ کی **سمتِ عمل دیواروں کے ہر نقطہ پر عمودوار ہوتی ہے۔** یہ حال نہ ہو تو مایع، سکون کی حالت میں نہیں رہ سکتا۔ کیونکہ اِس کے اجزا میں رگڑ کی قوت تو ہے نہیں جو اِس ترچھے دباؤ کا مقابلہ کرسکے۔ مایع کا دباؤ برتن کی دیواروں پر ترچھا پڑے اور اُس کی سمتِ عمل عموداً واقع ہونے کی بجائے اِدھر اُدھر جھکی ہوئی

ہو تو ضرور ہے کہ اِس دباؤ کے اثر سے مایع کے وجود میں حرکت پیدا ہو جائے۔ لیکن ہم تو اِسے سکون کی حالت میں دیکھتے ہیں۔ اِس لئے ماننا پڑتا ہے کہ دباؤ کی سمتِ عمل برتن کی دیواروں پر سکون کی حالت میں عمود وار رہتی ہے۔

مایعات کا دباؤ ہر طرف پہنچتا ہے ——— مایع کی سطح کے کسی خاص رقبہ پر دباؤ ڈالا جائے تو یہ دباؤ مایع کے وجود میں سے ہوتا ہوا ہر طرف بلا تغیر اِس طرح پہنچ جاتا ہے کہ اُس کی اپنی سطح کے باقی حصوں، اور برتن کی دیواروں کے مساوی رقبوں، پر مساوی اثر پڑتا ہے۔ تم پڑھ چکے ہو کہ دباؤ کی سمتِ عمل دیواروں کی سطحوں پر عمود وار ہوتی ہے۔ اِس کا مطلب یہ ہے کہ مایع کی سطح کے ہر مربع اِنچ یا ہر مربع سنٹی میٹر پر جس قدر دباؤ ڈالا جائے اُس کا اثر مایع کے وجود میں سے طبقہ بہ طبقہ گزرتا ہوا اُس کے محیط کی تمام سطحوں تک اِس طرح پہنچ جاتا ہے کہ اُس کی قیمت اِن سطحوں کے ہر مربع اِنچ یا ہر مربع سنٹی میٹر پر بلا تغیر وُہی رہتی ہے۔ یہ اُصول ذیل کے تجربہ سے بخوبی واضح ہو جائیگا۔

تجربہ نمبر ۲ ——— ذیل کی شکل کا ایک برتن لو۔ اِس میں ہر طرف نل نما سوراخ ہیں۔ اِن سوراخوں کے اندر فشارے لگے ہوئے ہیں جو اِس مضبوطی سے کسے ہوئے ہیں کہ ہوا کی آمد و رفت کے لئے کوئی گنجائش باقی نہیں۔ سوراخوں کا رقبہ ہر حال میں برابر ہے۔ اِس برتن کے اندر پانی بھر دو۔ پھر سب فشاروں کو اچھی طرح کس کر کسی

ایک کے اوپر چار پونڈ کے برابر قوت لگاؤ۔ اِس قوت کا اثر ہر فشارہ پر مساوی پہنچیگا اور اُس کی سطح پر عمود وار عمل کریگا۔ چونکہ دباؤ سے پانی کا حجم کم نہیں ہوتا اِس لئے یہ تمام فشارے باہر کو نکل آئینگے۔ اِنہیں اپنی جگہوں پر قائم رکھنا چاہو تو اِس مطلب کے لئے ہر فشارہ پر باہر کی طرف سے چار پونڈ کی قوت لگانی پڑیگی۔ اِس سے ثابت ہے کہ ایک فشارہ پر جو دباؤ ڈالا گیا ہے اُس کا اثر ہر مساوی رقبہ کے فشارہ پر اُسی کے برابر پڑا ہے۔

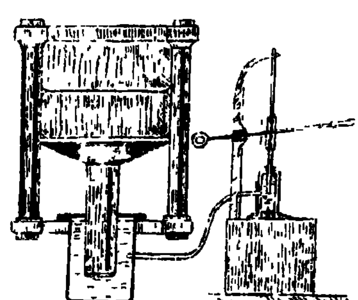


شکل ۴۵ ـ مایع کے پہنچائے ہوئے دباؤ کی مساوات ہر سمت ہیں۔

اب فرض کرو کہ کسی ایک فشارہ کا رقبہ، فشارہ ا سے دوچند ہے۔ اِس صورت میں فشارہ ا پر چار پونڈ کا دباؤ ہوگا تو دوچند رقبہ کے فشارہ پر اِس کا دوگنا اثر پڑیگا۔ اور اگر اِس کا رقبہ سہ چند ہوگا تو اُسے ۱۲ پونڈ کا دباؤ محسوس ہوگا۔ اِسی طرح رقبہ کی اور مقداروں کو قیاس کرتے جاؤ۔ دباؤ ہر حال میں رقبہ کا متناسب رہیگا۔ مایعات کی اِسی خاصیت کی بناء پر وہ آلہ بنایا گیا ہے جس کو شکنجۂ آبی کہتے ہیں۔

شکنجۂ آبی ـــ اِس آلہ میں دو مضبوط عمودی شکل کے گول نل ہوتے ہیں جو ایک اُفقی نل کے ذریعہ ایک دوسرے سے ملے رہتے ہیں۔ اِن دونوں نلوں کا رقبہ ایک دوسرے

سے بہت مختلف ہوتا ہے ۔ اِن کے اندر پانی بھر دیتے ہیں اور دونوں کے منہ پر خوب کَس کر فشارے لگا دیتے ہیں ۔ شکل ۴۶ میں ف اور فَ دو فشارے ہیں ۔ فشارہ ف پر دباؤ ڈالا جائے تو فشارہ فَ کے ہر مساوی رقبہ پر اِس دباؤ کے برابر دباؤ پڑیگا ۔ فرض کرو کہ چھوٹے فشارہ کا رقبہ ۴ مربع اِنچ ہے اور بڑے فشارہ کا رقبہ ۲ مربع فٹ ۔ اب اگر اُس رگڑ کا خیال نہ کیا جائے جو فشاروں کو نلوں کی دیواروں کے ساتھ ہوتی ہے اور فشاروں کے ذاتی وزن بھی نظر انداز کردئے جائیں تو فشارہ ف پر ڈالا ہُوا سات پونڈ کا دباؤ فشارہ فَ پر ۷۲ × ۷ = ۵۰۴ پونڈ کی قوت کے برابر اثر کریگا ۔ کیونکہ فشارہ فَ کا رقبہ فشارہ ف سے ۷۲ گُنا ہے ۔ اِس فشارہ کو اپنی جگہ پر قائم رکھنا منظور ہو تو اُس کے اُوپر ۵۰۴ پونڈ کا بوجھ رکھنا پڑیگا ۔



شکل ۴۶ ۔ شکنجۂ آبی ۔

اِس سے ثابت ہے کہ سطح کا رقبہ جس پر باہر سے دباؤ پڑ رہا ہے خواہ کتنا ہی چھوٹا کیوں نہ ہو، مائع کے اندر ہر مساوی

رقبہ پر اُسی قدر دباؤ پہنچ جائیگا۔ علاوہ بریں یہ بات بھی یاد رکھنی چاہئے کہ چھوٹا فشارہ بوجھ کے اثر سے ایک فٹ نیچے کو دب جائیگا تو اُس کے مقابلہ میں بڑا فشارہ ایک فٹ کا صرف $\frac{1}{24}$ اُوپر کو اُٹھیگا۔ یہ آلہ وزن اُٹھانے میں اور رُوئی وغیرہ کے گٹھوں کو بھینچنے میں کام آتا ہے۔

مایعات کے ذاتی وزن سے بھی برتن کے پیندے اور اُس کی دیواروں پر دباؤ پڑتا ہے

اب آؤ یہ دیکھیں کہ مایعات پر اُن کے ذاتی وزن کا کیا اثر ہوتا ہے۔ تمہارے سامنے ایک کُھلے مُنہ کے برتن میں پانی رکھا ہے۔ غور کرو کہ پانی کے بوجھ سے پیندے کی کیا کیفیت ہے۔ سہولت کے لئے آؤ اِس بات کو مان لیں کہ برتن کی دیواریں عموداً کھڑی ہیں اور اُس کا پیندا اُفق کے متوازی ہے۔ تم جانتے ہو کہ پانی کی آزاد سطح ہر برتن میں اُفق کے متوازی رہتی ہے۔ پھر تمہیں یہ بھی معلوم ہے کہ پانی کے ذرّوں پر زمین کے تجاذب کا جو اثر ہے اُس کی سمتِ عمل عموداً نیچے کی طرف، اور پانی کی سطح پر عمود ہے۔

چونکہ مایع کا دباؤ برتن کی دیواروں کے ہر نقطہ پر عمودوار پڑتا ہے اور ہم جس برتن سے بحث کر رہے ہیں اُس کی دیواریں عموداً کھڑی ہیں اِس لئے پانی کا دباؤ برتن کی دیواروں پر ہر جگہ اُفق کے متوازی ہوگا۔ اِس سے ظاہر ہے کہ پانی کا ذاتی بوجھ سب کا سب برتن کے پیندے پر

پڑیگا۔ دیواروں پر اُس کا کچھ اثر نہیں ہوسکتا۔ اب غور کرو کہ پیندے کی کیا کیفیت ہے۔ اِس کے رقبہ کے ہر حصہ پر پانی کی ذات سے دباؤ پڑ رہا ہے۔ پیندے کے کسی ایک مربع اِنچ حصہ کو دیکھو۔ اِس رقبہ پر جو پانی کا اُستوانہ کھڑا ہے اُس کے وزن کا تمام دباؤ اِسی رقبہ پر ہے۔ یہ ظاہر ہے کہ اِس اُستوانہ کا قاعدہ ایک مربع اِنچ ہے اور بلندی پانی کی گہرائی کے مساوی۔ فرض کرو کہ پانی کی گہرائی دو فٹ ہے۔ اِس حال میں پانی کے اُستوانہ کی جسامت ۲۴ مکعب اِنچ ہوگی۔ ہم جانتے ہیں کہ ایک مکعب فٹ یا ۱۷۲۸ مکعب اِنچ پانی کا وزن ایک ہزار اونس ہوتا ہے۔ اِس سے ہم معلوم کرسکتے ہیں کہ ہمارے ۲۴ مکعب اِنچ کی جسامت کے اُستوانہ کا وزن کیا ہے۔ یہی برتن مذکور کے پیندے پر فی مربع اِنچ پانی کا دباؤ ہے۔ پانی کی گہرائی دو فٹ کی بجائے چار فٹ ہو تو ظاہر ہے کہ پانی کا دباؤ بھی دوچند ہو جائیگا۔ اور اگر پانی کی گہرائی چھ فٹ ہوگی تو پیندے پر پانی کا دباؤ تین گُنا ہوگا۔

پیندے کا کُل رقبہ اور پانی کی گہرائی معلوم ہے تو اِن دونوں کو باہم ضرب کرنے سے پیندے کے اُوپر جو پانی کا اُستوانہ عموداً کھڑا ہے اُس کا مجموعی حجم دریافت ہوسکتا ہے۔ پھر اِس سے پانی کا وزن دریافت کرلینا کچھ دشوار نہیں۔ یہی پیندے پر پانی کا مجموعی دباؤ ہوگا۔ اِس تقریر سے تم سمجھ سکتے ہو کہ کوئی مایع چیز برتن میں ڈال دی جاتی ہے تو

مایع کی گہرائی کے زیادہ ہونے سے پیندے پر مایع کا دباؤ بھی زیادہ ہو جاتا ہے اور یہ دباؤ ہمیشہ گہرائی کا متناسب رہتا ہے۔

ہم نے بیان کیا ہے کہ جس برتن کی دیواریں عموداً کھڑی ہوں اُس کے پیندے پر مایع کا مجموعی دباؤ ہمیشہ اِس مایع کے وزن کے برابر ہوتا ہے۔ برتن کے پہلوؤں کی شکل جو کچھ بھی ہو یہ اُصول ہر حال میں صحیح ہوگا بشرطیکہ اُس کے پہلوؤں میں جُھکاؤ کا کوئی شائبہ نہ ہو اور ٹھیک عموداً کھڑے رہیں۔ پہلوؤں میں کچھ جُھکاؤ ہوگا تو اِس سے پیندے پر کے دباؤ میں بہت کچھ فرق آجائیگا۔ اِس کی تفصیل تم اُس وقت سمجھوگے جب قوت اور اُس کی تحلیل کا بیان پڑھ لوگے۔ یہاں صرف اِس بات کو نگاہ میں رکھو کہ پہلوؤں کا جُھکاؤ اندر کو ہو یا باہر کو' ہر حال میں پیندے پر دباؤ کی یہ کیفیت ہوگی کہ اُس کی مقدار ہمیشہ مایع کے ایک ایسے اُستوانہ کے وزن کی مساوی رہیگی جس کا قاعدہ پیندے کے رقبہ کا مساوی ہو اور بلندی مایع کی عمودی گہرائی کے برابر۔

اِس بات کو بخوبی سمجھ لینا چاہئے کہ مایع کے وجود سے پیندے کے اُس پہلو پر جو دباؤ ہے جس کو مایع چُھو رہا ہے اور وہ دباؤ جو پیندے کے دوسرے پہلو پر ہے جس کے ساتھ میز مس کر رہی ہے دونوں الگ الگ چیزیں ہیں۔ پیندے کے اندرونی پہلو پر صرف مایع کا دباؤ ہے اور باہر کا پہلو مایع اور برتن دونوں کا بوجھ سہارے ہوئے ہے۔

مایع کا دباؤ برتن کے پہلوؤں پر ـــــــ مایع کا دباؤ برتن کے پیندے پر پڑتا ہے تو اُس کے پہلو بھی دباؤ سے خالی نہیں رہتے۔ کسی برتن میں پانی ڈال کر اُس کی سطح سے ذرا نیچے، برتن کے پہلو میں سوراخ کردو تو پانی سوراخ میں سے آہستہ آہستہ رِسنے لگیگا۔ لیکن سوراخ اگر پانی کی سطح سے بہت نیچے ہے تو پانی اُس میں سے اِس طرح دھار باندھ کر نکلیگا کہ برتن سے کچھ فاصلہ پر جاکر گریگا۔ سوراخ پیندے کے قریب ہوگا تو پانی کی آمد اِس سے بھی زیادہ تیز ہوگی اور زیادہ فاصلہ پر جاکر گریگا۔ اگر برتن کے پہلوؤں پر پانی کا دباؤ نہ ہوتا تو اِس کے لئے سوراخ کے رستے باہر آنا ممکن نہ تھا۔

پانی کے، سوراخ میں سے، نکلنے کی رفتار دباؤ پر موقوف ہے۔ سوراخ، سطح سے جس قدر نیچا ہوگا اُسی قدر دباؤ بھی زیادہ ہوگا۔ یہی وجہ ہے کہ نیچے کے سوراخوں میں سے پانی زیادہ تیزی کے ساتھ نکلتا ہے۔ اِس سے ثابت ہے کہ گہرائی یا سطح کے عمودی فاصلہ، کے ساتھ ساتھ برتن کے پہلوؤں پر دباؤ بھی بڑھتا جاتا ہے۔ اِسی بات کو نگاہ میں رکھ کر پانی کے حوض وغیرہ اِس طرح بنائے جاتے ہیں کہ اُن کی دیواریں پیندے کے قریب زیادہ موٹی ہوتی ہیں۔ اور جُوں جُوں اُوپر اُٹھتی ہیں پتلی ہوتی جاتی ہیں۔

مایع کا دباؤ اُس کے اپنے وجود میں ـــــــ مایع کسی برتن میں، ڈال دیا جاتا ہے تو یہی نہیں ہوتا کہ برتن کے

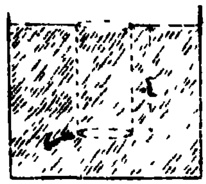
پیندے اور پہلوؤں پر دباؤ پڑتا ہے بلکہ واقعہ یہ ہے کہ مایع کے اپنے وجود کے اندر بھی ہر نقطہ پر دباؤ کی کیفیت پائی جاتی ہے۔ یہ دباؤ نیچے، اُوپر، پہلوؤں کی جانب، غرض ہر طرف عمل کرتا ہے۔ اِس کی مقدار، مایع کی گہرائی پر موقوف ہے۔ جس نقطہ پر دباؤ کا امتحان منظور ہے مایع کی آزاد سطح سے اُس کا فاصلہ زیادہ ہوگا تو اُس پر دباؤ بھی زیادہ ہوگا اور اگر فاصلہ کم ہے تو دباؤ بھی کم ہوگا۔ کوئی خاص مایع پیشِ نظر ہو تو اُس کی مساوی گہرائیوں پر جتنے نقطے ہونگے سب پر دباؤ مساوی ہوگا۔ تم جانتے ہو کہ تمام مایعات کی کثافت ایک دوسرے کے برابر نہیں ہوتی۔ بعض بھاری ہیں اور بعض ہلکے۔ اِس امر کا لحاظ رکھ کر یہ مسئلہ اب یوں بیان ہوگا کہ مایع کے وجود میں ہر نقطہ پر دباؤ کا یہ عالم رہتا ہے کہ اُس کی مقدار ہمیشہ نقطۂ مذکور اور آزاد سطح کے درمیانی فاصلہ، اور مایع کی کثافت پر موقوف ہوتی ہے۔

مایع کے وجود میں نیچے کی طرف جو دباؤ ہوتا ہے اُس کا سمجھ لینا کچھ دشوار نہیں۔ تمہارے سامنے ایک کھُلے مُنہ کے برتن میں پانی رکھا ہے۔ پانی کے اندر ایک مربع اِنچ مسطح رقبہ پر غور کرو۔ فرض کرو کہ یہ رقبہ پانی کی آزاد سطح سے نَو اِنچ کے فاصلہ پر واقع ہے۔ اِس رقبہ کے اُوپر والے پہلو پر جو دباؤ ہے وہ پانی کے اُس اُستوانہ کا دباؤ ہے جو اِس رقبہ کے اُوپر کھڑا ہے۔ موجودہ صورت میں اِس اُستوانہ کا قاعدہ ایک

مربع انچ ہے۔ اور بلندی نَو انچ۔ اِس لئے اُستوانہ کی جسامت نَو مکعب انچ ہوگی۔ اور اِسی حجم کے پانی کا دباؤ رقبۂ مذکور پر پڑیگا اِس سے ظاہر ہے کہ سطح سے مساوی گہرائی پر کسی اور مساوی رقبہ کو دیکھا جائے تو اُس پر بھی اِتنا ہی دباؤ ہوگا۔ یہ کچھ پانی ہی کی ذات پر موقوف نہیں۔ ہر مایع کا یہی حال ہے۔ مایع کے اندر کسی گہرائی پر اُفق کے متوازی سطح لے لو تو اُس کے تمام نقطوں پر دباؤ مساوی ہوگا۔ اِس میں یہ ضروری نہیں کہ سطح کے تمام حصے ایک دوسرے کے ساتھ ملے ہوئے ہوں۔ مثلاً کسی لانا نلی میں پانی ڈال دو تو اُس کی دونوں ساقوں میں مساوی گہرائیوں پر دباؤ برابر ہوگا۔

مایع کی سطح کے نیچے کسی نقطہ پر دباؤ کی مقدار معلوم کرنا ہو تو اُس کے لئے یہ قاعدہ ہے۔ فرض کرو کہ شکل ۱۷۳ میں س، اُفق کے متوازی سطح کا ایک چھوٹا سا ٹکڑا ہے جس کا رقبہ ایک مربع سنتی میتر ہے۔ اور اِس کے اُوپر آزاد سطح تک مایع کی بلندی ب سنتی میتر ہے۔ س پر مایع کا دباؤ جو عمودی سمت میں نیچے کی طرف عمل کر رہا ہے وہ بلا شبہ مایع کے اُس عمودی اُستوانہ کے وزن کے برابر ہے جس کا قاعدہ ایک مربع سنتی میتر ہے اور بلندی ب سنتی میتر۔ چنانچہ مایع کی کثافت ث گرام فی مکعب سنتی میتر ہو تو دباؤ ب × ث گرام فی مربع سنتی میتر ہوگا۔ کیونکہ اُستوانہ کا حجم ب مکعب سنتی میتر ہے اور اِس کو کثافت سے ضرب کرو تو اُستوانہ کا وزن حاصل ہوتا ہے۔

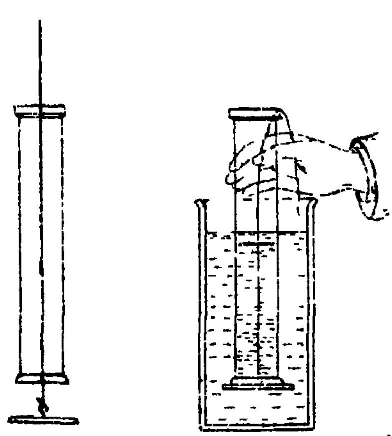
اب آؤ یہ دیکھیں کہ مایع کا دباؤ اُوپر کی طرف کس طرح اثر کرتا ہے۔ یہ مسئلہ کئی طرح ثابت ہو سکتا ہے۔ شیشہ کی ایک نلی لو جو نیچے کی طرف سے بند ہو۔



شکل ۸۷۔ مایع کے اُستوانہ کا دباؤ۔

اسے عموداً پانی کے اندر داخل کرو۔ جب نلی کا کچھ حصہ پانی کے اندر چلا جائے تو نلی کو چھوڑ دو۔ نلی فوراً اُوپر کو اُٹھ آئیگی اور عمودی سمت میں آئیگی۔ اِس سے ثابت ہؤا کہ مایع اُوپر کی طرف بھی کچھ نہ کچھ دباؤ ضرور رکھتے ہیں اور یہ دباؤ عمودی سمت میں عمل کرتا ہے۔ کیا تم بتا سکتے ہو کہ یہ دباؤ کتنا ہے؟ اِس سوال کو ہم ذیل کے تجربہ سے حل کرتے ہیں۔

تجربہ ۴۹ ــــــ شیشہ کی ایک اُستوانی لو جو دونوں طرف سے کھلی ہو۔ اور ایک پتلا سا قُرص لو جس سے اُستوانی کا مُنہ بخوبی بند ہو جائے۔ اِس کے مرکز پر ہُک لگا کر اُس کے ساتھ تاگا باندھ دو۔ پھر جیسا کہ شکل ۸۸ میں دکھایا گیا ہے تاگا اُستوانی کے اندر سے نکال کر اُستوانی کا ایک مُنہ قُرص سے اِس طرح بند کرو کہ قُرص پیندے کا کام دے سکے۔ اور اُستوانی کو پانی کے اندر داخل کردو۔ پھر تاگے کو چھوڑ دو۔ دیکھو قُرص اُستوانی کے مُنہ سے جُدا نہیں ہوتا۔ اِس کی وجہ



شکل ۸۸۔ مایع کا اندرونی دباؤ اوپر کی سمت میں۔

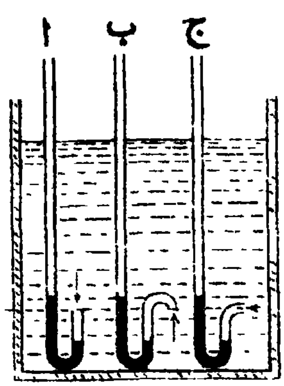
یہ ہے کہ پانی قرص کو اُوپر کی طرف دباتا ہے۔ اب اُستوانی میں پانی ڈالتے جاؤ اور پانی میں تھوڑا سا رنگ ملادو کہ برتن کے اندر اچھی طرح نظر آتا رہے۔ قرص کا پیندا پانی ڈالنے پر بھی برتن سے جُدا نہیں ہوتا۔ قرص کا اپنا وزن کچھ بھی نہ ہوتا تو جب تک اُستوانی کے اندر پانی کی سطح باہر کے پانی کی سطح سے ذرا بلند نہ ہو جاتی قرص اِسی حال پر قائم رہتا۔ لیکن قرص کا اپنا بھی کچھ وزن ہے۔ اِس لئے وہ اندر اور باہر پانی کی سطح برابر ہونے سے ذرا پہلے گر پڑتا ہے۔ اِس وقت قرص کو جو قوت نیچے کی طرف دبا رہی ہے وہ اِس کا اپنا وزن ہے اور اِس کے ساتھ پانی کے اُس اُستوانہ کا وزن ہے جو قرص کے اُوپر کھڑا ہے۔ اِس وزن کا مقابلہ اِس بات سے ہو رہا ہے کہ پانی اُوپر کی طرف کو بھی دباؤ رکھتا ہے۔ اِس سے تم سمجھ سکتے ہو کہ پانی کے اندر ہر نقطہ پر جتنا دباؤ نیچے کی طرف ہے اُتنا ہی اُوپر کی طرف بھی ہے۔ مایع چیزوں میں **اُچھال** کی قوت اِسی دباؤ سے پیدا ہوتی ہے۔

اگر یہ دیکھنا ہو کہ مایع کے اندر دباؤ ہر سمت میں عمل کرتا ہے تو اِس کے لئے ایک تدبیر یہ بھی ہے کہ ایک خالی بوتل لے کر اُس کے مُنہ میں کاک لگا دو۔ اور اُس کے ساتھ بوجھ باندھ کر گہرے پانی میں ڈبو دو۔ تھوڑی سی دیر کے بعد کاک بوتل کے اندر گھس جائیگا۔ بوتل کا مُنہ نیچے ہو یا اُوپر یا پہلوؤں کی طرف۔ نتیجہ ہر حال میں یہی ہوگا۔

مایع کی گہرائی میں فرق نہ آئے تو اِس گہرائی پر دباؤ ہر طرف برابر ہوگا۔ گہرائی بدل جائیگی تو دباؤ بھی وہ نہ رہیگا۔

لیکن اِس بات کو بھولنا نہ چاہئے کہ اِس نئی گہرائی پر بھی مایع کا دباؤ ہر طرف برابر ہوگا۔

تجربہ عنہ ۵ ——— تین نلیاں لو جن کے سوراخ باہم برابر ہوں اور ہر ایک کی ایک ساق لمبی ہو اور دوسری چھوٹی۔ یہ کیفیت شکل ۷۹ میں دکھائی گئی ہے۔ چھوٹی ساقوں کا یہ حال ہے کہ ایک اُوپر کی طرف کھُلتی ہے، دوسری نیچے کی طرف، اور تیسری پہلو کی طرف۔ اِن نلیوں میں پارے کی، برابر برابر مقدار ڈال دو تو پارا ہر نلی کی دونوں ساقوں میں مساوی بلندی تک پہنچیگا۔ اب اِن نلیوں کو پانی کے ایک لمبے برتن میں اِس طرح داخل کردو کہ اِن کی لمبی ساقوں کا مُنہ تو پانی سے باہر رہے اور چھوٹی ساقیں اُس کے اندر چلی جائیں۔ علاوہ بریں اِس بات کا بھی خیال رہنا چاہئے کہ اِن چھوٹی ساقوں کے مُنہ پانی کے اندر مساوی گہرائیوں پر رہیں۔ نلیاں جب اِس حال میں ہونگی تو اُن کے مُنہ پر پانی کا دباؤ مختلف سمتوں میں ہوگا۔ نلی ا کے مُنہ پر پانی کا دباؤ عمودی سمت میں نیچے کی طرف ہے۔ نلی ب کے مُنہ پر عمودی سمت میں اُوپر کی طرف۔ اور نلی ج کے مُنہ پر اُفق کے متوازی۔ تم دیکھوگے کہ اِس حال میں چھوٹی ساقوں میں پارا نیچے اُتر آیا ہے اور بڑی ساقوں میں اُوپر چڑھ گیا ہے۔ یہ سب پانی کے دباؤ کا نتیجہ ہے۔ چھوٹی اور بڑی



شکل ۷۹ - مایع کے اندر مساوی گہرائی پر تمام سمتوں میں دباؤ کی مساوات۔

ساقوں میں دباؤ مساوی ہوتا تو دونوں میں پارے کی سطح ایک ہی بلندی پر رہتی لیکن چھوٹی ساقوں پر پانی کا جو دباؤ پڑا ہے اُس نے اِس التزام کو توڑ دیا ہے۔ علاوہ بریں اگر غور سے دیکھو تو معلوم ہوگا کہ بڑی ساقوں میں اِس وقت جو پارے کی سطحیں ہیں اُن کو ایک خط سے ملا دیا جائے تو یہ خط مستقیم ہوگا اور اُفق کے متوازی رہیگا۔ چھوٹی ساقوں کا بھی یہی حال ہے۔ اِس سے ثابت ہُوا کہ مساوی گہرائیوں پر مایع کا دباؤ نیچے اُوپر، دائیں، بائیں، ہر طرف برابر ہوتا ہے۔

اِس تمام تقریر کا حاصل یہ ہے کہ مایع کے اندر کسی نقطہ پر مایع کا دباؤ اُس نقطہ کی **گہرائی کا متناسب ہوتا ہے** اور ہر طرف **برابر** رہتا ہے۔

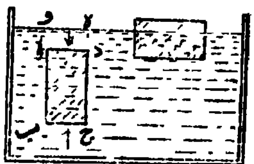
جو کچھ ہم نے اُوپر بیان کیا ہے اُس میں صرف اِس بات کا لحاظ رکھا ہے کہ مایع کے اندر کسی خاص گہرائی پر اُس کے ذاتی دباؤ کی کیا **کیفیت** ہے۔ اور یہ دباؤ مایع کے اپنے وزن کا نتیجہ ہے۔ لیکن آگے چل کر تمہیں معلوم ہوگا کہ کُرۂ ہوائی کے دباؤ کا بھی لحاظ ہونا چاہئیے۔ کوئی سطح کُرۂ ہوائی کے زیرِ عمل رکھ دی جائے تو اُس کے ہر مربع اِنچ پر کُرۂ ہوائی کا دباؤ تقریباً پندرہ پونڈ کے برابر پڑتا ہے۔ کسی کُھلے مُنہ کے برتن میں کوئی مایع چیز ڈال دو تو اُس کی سطح کُرۂ ہوائی کی طرف کُھلی رہیگی۔ اور اُس کے ہر مربع اِنچ پر کُرۂ ہوائی کا دباؤ ہوگا جس کا اثر مایع کے اندر ہر مقام پر پہنچیگا۔ پھر مایع کے ذریعہ یہ دباؤ برتن کی اُن تمام سطحوں پر پڑیگا جو مایع کو

چھو رہی ہیں۔ اور اُن کا ہر مربع انچ اِس دباؤ سے متاثر ہوگا۔ اِس لئے مایع کے اندر یا برتن کی دیواروں پر جو دباؤ ہے اُس کی مجموعی مقدار کا حساب لگانا ہو تو کُرۂ ہوائی کا دباؤ بھی اُس میں محسوب ہونا چاہئے۔ اِس بناء پر مجموعی دباؤ، مایع کے ذاتی دباؤ اور کُرۂ ہوائی کے اُس دباؤ کا مجموعہ ہوگا جو مایع کی کُل آزاد سطح پر پندرہ پونڈ فی مربع انچ کی شرح سے پڑ رہا ہے۔

مایع کا دباؤ اُس جسم پر جو اُس کے اندر ڈبو دیا گیا ہو

کسی جسم کو مایع میں ڈبو دیا جاتا ہے تو اُس کی سطح کے ہر حصہ پر مایع کے وجود سے دباؤ پڑتا ہے اور اِس دباؤ کی سمتِ عمل جسمِ مذکور کی سطح پر ہمیشہ عمود دار رہتی ہے۔ تم دیکھ چکے ہو کہ مایع کی گہرائی کے ساتھ ساتھ اِس دباؤ کی قیمت بھی بڑھتی جاتی ہے۔ اب ذرا اِس بات پر غور کرو کہ ایک مستطیل پہلوؤں والا یا گول اُستوانہ نما ٹھوس جسم کلیتہً پانی کے اندر ڈبو دیا جائے تو اُس پر دباؤ کی کیا کیفیت ہوگی۔ شکل ۵۵ کو دیکھو۔ ٹھوس کے متقابل پہلو جو عمودی سمت کے متوازی کھڑے ہیں اور شکل میں اب اور ج د سے دکھائے گئے ہیں اُن پر دباؤ برابر ہے۔ یہ دباؤ دونوں پہلوؤں پر مخالف سمتوں میں عمل کرتا ہے اِس لئے اُس کا اثر ایک دوسرے کے ساتھ مل کر زائل ہو جاتا ہے اور ٹھوس کے وجود پر بظاہر اِس کا کوئی نتیجہ پیدا نہیں ہوتا۔

دباؤ چونکہ گہرائی پر موقوف ہے اِس لئے پانی کا



شکل ۵۰

دباؤ جو جسم مذکور کے اُوپر والے اُفقی پہلو ا د پر پڑ رہا ہے اور اُس کو نیچے کی طرف دبا رہا ہے وہ پانی کا اُس اُستوانہ کے وزن کا مساوی ہوگا جو اُس کے اُوپر کھڑا ہے اور شکل میں ا د ہ و سے تعبیر کیا گیا ہے۔ نیچے کا پہلو ب ج جو اُفق کے متوازی واقع ہے اُس پر پانی کی گہرائی زیادہ ہے۔ اِس لئے پانی کا دباؤ جو جسم مذکور کو اُوپر کی طرف دبا رہا ہے وہ بھی زیادہ ہے۔ یہ دباؤ پانی کے اُس اُستوانہ کے وزن کا مساوی ہونا چاہئے جو حجم میں و ب ج ہ کے برابر ہے۔ اِس سے تم سمجھ سکتے ہو کہ نیچے کے پہلو کو جو دباؤ اُوپر کی طرف دھکیل رہا ہے وہ اُس دباؤ سے زیادہ ہے جس سے ڈوبا ہؤا ٹھوس نیچے کی طرف دب رہا ہے۔ اور دونوں کا فرق پانی کے ایک ایسے اُستوانہ کے وزن کا مساوی ہے جس کا قاعدہ اور بلندی اس ٹھوس کے قاعدہ اور بلندی کے مساوی ہوں۔ یا یوں کہو کہ دباؤ کی اِن دونوں قوتوں کا فرق ڈوبے ہوئے جسم کے مساوی الحجم پانی کے وزن کا مساوی ہے۔ اِسی فرق پر مایعات کا وہ خاصہ موقوف ہے جس کو ہم **تیرانے کی قوت یا اُچھال** کہتے ہیں۔

اِسی طرح کسی اَور شکل و صورت کا جسم لے کر پانی میں ڈبو دو تو پانی کا اُوپر کی سمت میں عمل کرنے والا دباؤ اُس دباؤ سے زیادہ ہوگا جس سے جسم مذکور نیچے کو دب رہا ہے اور دونوں کا فرق ہر حال میں اُس جسم کے مساوی الحجم پانی کے وزن کا مساوی رہیگا۔ اِس سے ظاہر ہے کہ کسی جسم کا ذاتی وزن

اُس کے مساوی الحجم پانی کے وزن سے زیادہ ہوگا تو وہ پانی میں ڈوب جائیگا۔

اِس واقعہ سے ہم یہ نتیجہ نکالتے ہیں کہ پانی میں ڈوبے ہوئے ٹھوس کو ایک خاص قوت اُوپر کی طرف اُٹھائے رہتی ہے جو مقدار میں اس ٹھوس کے مساوی الحجم پانی کے وزن کی مساوی ہوتی ہے۔ اور یہی پانی کی تیرانے کی قوت یا اُس کا اُچھال ہے۔

مایعات کا اُوپر کی سمت میں عمل کرنے والا ذاتی دباؤ یا اُن کی تیرانے کی قوت ایک ہی چیز کے دو نام ہیں۔ تم نے اکثر دیکھا ہوگا کہ پتھر یا کوئی اَور بھاری جسم پانی میں ڈبو دیا جاتا ہے تو اُس کا وزن کم محسوس ہوتا ہے۔ چنانچہ جس پتھر کو ہوا میں تم مشکل سے اُٹھا سکتے ہو اُس کو پانی میں ڈال دو تو بڑی آسانی کے ساتھ اُٹھاکر پانی کی سطح تک لے آؤگے۔ اِس کی وجہ یہ ہے کہ پانی کی تیرانے کی قوت تمہاری قوت کو مدد دے رہی ہے۔ اِس لئے پتھر کا وزن کم معلوم ہوتا ہے۔ اب آؤ یہ دیکھیں کہ آیا درحقیقت پتھر کا وزن کم ہو جاتا ہے۔

تجربہ ۵۱ ——— کسی برتن میں پانی ڈال کر اُس کو تول لو۔ پھر پتھر کا ایک ٹکڑا تول کر اِس پانی کے اندر ڈال دو اور دونوں کو ایک ساتھ تولو۔ دیکھو اب برتن کا وزن زیادہ ہوگیا ہے۔ اور یہ زیادتی ٹھیک اُس وزن کے برابر ہے جو پتھر کا وزن ہے۔ اِس سے ثابت ہُوا کہ پانی کے اندر جاکر پتھر کا وزن کم نہیں ہوتا۔ ہمیں جو کم معلوم ہوتا ہے تو وہ اِس بات کا نتیجہ ہے کہ ہمارے

ہاتھ کی قوت کو ایک اور قوت کی مدد مل جاتی ہے جس کی وجہ سے پتھر کے پورے وزن کا زور ہمارے ہاتھ پر نہیں پڑتا۔

اِس تجربہ سے معلوم ہوگیا کہ پانی میں ڈوبی ہوئی چیز کا وزن پانی کی تیرانے کی قوت کے اثر سے کم معلوم ہوتا ہے۔ اور یہ تم پہلے پڑھ چکے ہو کہ کوئی بھاری جسم پانی میں ڈبو دیا جاتا ہے تو پانی اُس کو اپنے ذاتی دباؤ کی قوت سے تیرانا چاہتا ہے اور یہ قوت اِس جسم کے مساوی الحجم پانی کے وزن کی مساوی ہوتی ہے۔ باقی مایعات کا بھی یہی حال ہے۔ اِس امر کو تجربۂ ذیل کی مدد سے سمجھو۔

تجربہ نمبر ۵ ـــــ کسی برتن میں مُنہ تک پانی بھر لو۔ پھر ایک لوہے کے ٹکڑے کو ترازو کے ایک پلڑے کے ساتھ لٹکا کر دیکھو کہ اِس کا وزن کیا ہے۔ جب یہ معلوم ہو جائے تو لوہے کے ٹکڑے کو اِسی حال میں پانی کے اندر ڈال دو۔ لوہے کا ٹکڑا پانی کے اندر داخل ہوگا تو چونکہ برتن کے اندر زیادہ کی گنجائش نہیں اِس لئے وہ اپنے مساوی الحجم پانی کو باہر نکال دیگا۔ اب ذرا ترازو پر نظر کرو۔ اِس کے دونوں پلڑوں کا تعادل ٹوٹ گیا ہے۔ جس پلڑے میں تم نے باٹ ڈالے تھے وہ نیچے کو جُھکا ہُوا ہے۔ جس پلڑے کے ساتھ لوہے کا ٹکڑا لٹکا ہُوا ہے اُس میں باٹ ڈال کر پھر ترازو کا تعادل قائم کرو تو تمہیں معلوم ہو جائیگا کہ پانی میں ڈوبنے سے لوہے کے وزن میں بظاہر کتنی کمی آگئی ہے۔ اب لوہے کے اُس مساوی الحجم پانی کا وزن معلوم کرو جو برتن سے باہر نکل آیا تھا تو یہ وزن ٹھیک اُس وزن کے برابر ہوگا جو دوبارہ تعادل قائم کرنے کے لئے ترازو کے پلڑے میں ڈالنا پڑتا ہے۔

اب تم بخوبی سمجھ سکتے ہو کہ جو چیز اپنے مساوی الحجم پانی سے بھاری ہوگی وہ پانی کے اندر ڈوب جائیگی۔ اور جو چیز اپنے مساوی الحجم پانی سے ہلکی ہوگی وہ پانی کے اُوپر تیرتی رہیگی۔ کاک کا ٹکڑا پانی کے اندر چھوڑ دو تو وہ فوراً تیر کر پانی کی سطح پر آجائیگا اور اُس کا بہت تھوڑا سا حصہ پانی کے اندر رہیگا۔ پانی کا دباؤ کاک کے وزن سے زیادہ ہے۔ اس لئے کاک اُوپر آجاتا ہے اور ٹھیک اُس مقام پر آکر ٹھیرتا ہے جہاں اُوپر کی طرف عمل کرنے والا دباؤ کاک کے وزن کے برابر ہے۔ یہاں اِس کاک کے ٹکڑے پر اب دو قوتیں عمل کر رہی ہیں ایک کاک کا اپنا وزن ہے جس کا تقاضا یہ ہے کہ کاک کو پانی میں ڈبو دے۔ دوسری قوت پانی کا اُوپر کی طرف کو دباؤ ہے جو چاہتا ہے کہ کاک کو اُٹھاکر سطح کے اُوپر لے جائے۔ لیکن دونوں قوتیں مقدار میں برابر ہیں۔ اور اُن کی سمت ٹھیک ایک دوسری کے متضاد ہے۔ اس لئے یہاں کاک کے وجود پر اُن کا کوئی اثر ظاہر نہیں ہوتا۔ اور کاک ایک حال پر قائم رہتا ہے۔

ہلکے جسم جو پانی کے اُوپر تیرتے ہیں اُن کا بھی کچھ نہ کچھ حصہ پانی کے اندر ضرور ڈوبا رہتا ہے۔ اُوپر کی تقریر میں جو ہم نے کاک کی مثال دی ہے وہ اس امر کی وضاحت کے لئے کافی ہے۔ کوئی ہلکا جسم پانی میں ڈال دیا جاتا ہے تو اُس کا وزن عمودی سمت میں نیچے کی طرف عمل کرتا ہے اور پانی کی تیرانے کی قوت اس جسم کو عمودی سمت میں اُوپر کی طرف

اُٹھاتی ہے۔ تعادل کے لئے اِن دونوں مخالف قوتوں کا باہم مساوی ہونا شرط ہے۔ اِس لئے پانی کے اندر جسمِ مذکور کے اِتنے حصہ کا ڈوبا رہنا ضروری ہے کہ اپنے کُل کے مساوی الوزن پانی کی جگہ گھیر لے۔

اب کثافتِ اضافی کی تعریف کو اِس تقریر کے ساتھ ملاکر دیکھو۔ ہلکے جسم کا جو حصہ پانی کے اندر ڈوبا رہتا ہے اُس کو جسم کے کُل سے وہی نسبت ہونی چاہئے جو اس جسم کے وزن کو اُس کے مساوی الحجم پانی کے وزن سے ہے۔ یا یوں کہو کہ ڈوبا ہؤا حصہ ہمیشہ جسمِ مذکور کی کثافتِ اضافی کا متناسب ہوتا ہے۔ کسی جسم کی کثافتِ اضافی ۵ء۰ ہے تو اُس کا آدھا حصہ پانی میں ڈوبا رہیگا۔ اور اگر اُس کی کثافتِ اضافی ۷۵ء۰ ہے تو اُس کا تین چوتھائی حصہ پانی کے اندر رہیگا۔ اِس بات کو یوں یاد رکھو کہ تیرتے ہوئے جسم کا اِتنا حصہ پانی میں ڈوب جاتا ہے کہ جتنے پانی کی وہ جگہ لے رہا ہے اُس کا وزن جسمِ مذکور کے کُل وزن کے برابر ہو جائے۔ اِس امر کا ثبوت ذیل کے تجربہ میں دیکھو۔

تجربہ ۳۵ــــــ ایک ایسا جسم لو جو پانی میں تیر سکتا ہو۔ پہلے اُس کا وزن کرلو۔ پھر اُس کو پانی سے مُنہ تک بھرے ہوئے برتن میں ڈال دو اور جس قدر پانی برتن سے باہر نکل آئے اُس کو لے کر تول لو۔ اِس پانی کا وزن ٹھیک جسمِ مذکور کے وزن کا مساوی ہوگا۔

اِس تقریر میں ہم نے جو کچھ بیان کیا ہے اب ذرا

اُس کے حاصل پر غور کرو۔ کوئی جسم پانی یا کسی اَور مایع میں ڈبو دیا جاتا ہَے تو اُس پر دو قوتیں عمل کرتی ہیں۔

(۱) جاذبۂ زمین جو اُس کو نیچے لے جانا چاہتی ہَے۔

(۲) مایع کا اُوپر کی طرف کو دباؤ یا اُچھال جو ایک خاص قوت کے ساتھ اُسے اُوپر اُٹھا دینا چاہتا ہَے۔ یہ قوت ہمیشہ اُس مایع کے وزن کی مساوی رہتی ہَے جس کی جگہ جسمِ مذکور لے لیتا ہَے۔

مایع کے اُچھال کی قوت، جاذبۂ زمین (یعنی جسمِ مذکور کے وزن) کا مقابلہ کرتی ہَے۔ اور اُس کے اثر کو کلیتہً یا جزءً زائل کردیتی ہَے۔ نتیجہ اِس کا یہ ہَے کہ کوئی جسم کسی مایع کے اندر ڈالا جاتا ہَے تو اُس کے وزن میں کمی معلوم ہوتی ہَے۔ یہ حکیم ارشمیدس کا دریافت کیا ہؤا اُصول ہَے۔ اِسے ذیل کے لفظوں میں یاد رکھو:—

مایع کے اندر ڈوبا ہؤا جسم اپنے وزن کا ایک حصہ کھو دیتا ہَے اور یہ حصہ اُس مایع کے وزن کے برابر ہوتا ہَے جس کی جگہ جسمِ مذکور لے لیتا ہَے۔

مثال:— ایک جسم جس کا حجم ۱۲۰ مکعب سنتی میتر ہَے کسی مایع میں تیر رہا ہَے۔ مایع کی کثافت ۱ء۲ گرام فی مکعب سنتی میتر ہَے۔ جسمِ مذکور کا جو حصہ مایع کے وجود سے باہر ہَے اُس کا حجم ۳۰ مکعب سنتی میتر ہو تو اِس جسم کی کثافت کیا ہوگی؟ تیرنے والے جسم کا وزن مایع کے اُس حصہ کے وزن کا

مساوی ہے جس کی جگہ جسم مذکور لے لیتا ہے۔

مایع کے اِس حصہ کا حجم = ۱۲۰ - ۳۰ مکعب سنتی میتر

= ۹۰ مکعب سنتی میتر

مایع کی کثافت چونکہ ۱٫۲ گرام فی مکعب سنتی میتر ہے۔ اِس لئے

مایع کے حصۂ مذکور کا وزن = ۹۰ × ۱٫۲ گرام

= ۱۰۸ گرام۔ اور یہی جسم مذکور کا وزن ہے۔

پس جسمِ مذکور کی کثافت = $\frac{۱۰۸}{۱۲۰}$ گرام فی مکعب سنتی میتر

= ۰٫۹ گرام فی مکعب سنتی میتر

تیسری فصل کی مشقیں

(۱) پانی کے ایتر گہرے اُستوانہ کا دباؤ کتنے گرام فی مکعب سمر ہوگا اِس کی بجائے اِتنا ہی عمیق' پارے کا اُستوانہ ہو تو اِس صورت میں دباؤ کیا ہوگا؟ (پارے کی کثافت ۱۳٫۶ گرام فی مکعب سمر ہے)

(۲) ایک اُستوانی میں ۴۰ سمر کی بلندی تک پارا بھرا ہُوا ہے۔ اُستوانی کے قاعدہ کا قطر ا دِسی میتر ہو تو اُستوانی کے قاعدہ پر مجموعی دباؤ کتنے گرام ہوگا؟

(۳) سمندر کے پانی کی کثافتِ اضافی ۱٫۰۲۵ ہے حساب لگاکر دیکھو کہ اِس پانی میں ۴۰ میتر کی گہرائی پر دباؤ کتنے گرام فی مربع سمر ہوگا؟

(۴) ہم چاہتے ہیں کہ کسی سطح پر ۶۰ پونڈ فی مربع اِنچ دباؤ پڑ جائے۔ بتاؤ اِس سطح کو پانی میں کتنی گہرائی پر رکھنا چاہئے؟

(۵) لوہا اپنے مساوی الحجم پانی سے بھاری ہے اور اِس پر بھی لوہا

کا بنا ہوا جہاز پانی میں تیرتا رہتا ہے۔ تمہاری رائے میں اس بوالعجبی کی کیا توجیہ ہوگی؟

(۶) لکڑی کے ایک گندے کا حجم ۳ مکعب فٹ اور وزن ۹۳ پونڈ ہے۔ پانی کا وزن ۶۲ پونڈ فی مکعب فٹ ہو تو بتاؤ اِس گندے کی کثافتِ اضافی کیا ہوگی؟ اِس گندے پر کتنا وزن رکھنا چاہیئے کہ گندہ پانی میں عین ڈوبنے کے موقع پر رہے؟

(۷) اس کی کیا وجہ ہے کہ کوئی ٹھوس چیز پانی میں ڈال دی جائے تو اُس کا وزن کم محسوس ہوتا ہے؟

ایک ایسا تجربہ بیان کرو جس سے یہ ثابت ہو کہ پانی میں کسی چیز کا وزن اِتنا کم ہو جاتا ہے جتنا اُس کے ڈوبے ہوئے حصہ کے مساوی الحجم پانی کا وزن ہے؟

دھات کے ایک ٹکڑے کو ہوا میں تولا تو اُس کا وزن ۱۰۰ گرام نکلا اور پانی میں ڈال کر تولا تو اُس کا وزن ۸۸ گرام رہ گیا۔ بتاؤ اِس ٹکڑے کا حجم کیا ہے؟

(۸) سمندر کے پانی کی کثافتِ اضافی ۱٫۰۲۵ ہے۔ اور یخ کی کثافتِ اضافی ۰٫۹۱۸ ۔ یخ کا ۱۰۰۰ مکعب فٹ ٹکڑا خالص پانی میں ڈال دیا جائے تو اُس کا کتنے مکعب فٹ حصہ پانی سے باہر رہیگا؟ یہ بھی بتاؤ کہ اِس ٹکڑے کو سمندر کے پانی میں ڈالیں تو اِس صورت میں اِس کا کتنا حصہ پانی سے باہر رہیگا؟ اس بات کو فرض کرلو کہ یخ پگھلنے سے محفوظ ہے۔

(۹) کوئی ایسا عملی قاعدہ بیان کرو جس سے تولنے کے بغیر ایک مکعب اِنچ پانی کا وزن معلوم ہو جائے۔

لوہے کی ایک اِنچ چوڑی، ایک اِنچ موٹی اور ایک گز لمبی سلاخ کا وزن ایک گیلن پانی کے وزن کا مساوی ہے۔ اِس سے لوہے کی کثافتِ اضافی معلوم کرو۔

۱ گیلن = ۲۷۷٫۳ مکعب اِنچ

(۱۰) کوئی چیز کسی مایع میں کن صورتوں میں ڈوب جاتی ہے اور کن صورتوں میں تیرتی رہتی ہے؟

لوہے کا ایک ۲۷۵ گرام وزن کا ٹکڑا ۱۳٫۵۹ گرام فی مکعب سم کثافت کے پارے میں اِس طرح تیرتا ہے کہ اُس کے حجم کا $\frac{5}{9}$ حصہ ڈوبا رہتا ہے۔ اِس سے لوہے کا حجم اور اُس کی کثافت معلوم کرو۔

(۱۱) ٹین کے ایک بند پیپے کا حجم ۸۸ مکعب سم ہے۔ اِس میں سیسے کے اِتنے چھرّے ہیں کہ ٹھنڈے پانی میں رکھ دیں تو وہ عین ڈھکنے کی چوٹی تک ڈوبا رہتا ہے۔ اِن مقدمات سے ذیل کی باتیں معلوم کرو۔

ا- پیپے اور چھرّوں کا مجموعی وزن کیا ہے؟

ب- پیپے کے مساوی الحجم پانی کا وزن کیا ہے؟

چوتھی فصل

کثافتِ اضافی کی تخمین

تم دیکھ چکے ہو کہ مختلف نوعیت کے، مساوی الحجم اجسام کی کمیت عموماً مختلف ہوتی ہے - یا یوں کہو کہ مادّی اجسام کی نوعیت میں اختلاف ہو تو اُن کی کثافتوں میں بھی اختلاف کا امکان ہے - اِسی بناء پر وہ صورت پیدا ہوتی ہے جس کو دیکھ کر ہم کہتے ہیں کہ فلاں قسم کا مادہ فلاں قسم کے مادہ سے بھاری ہے - کثافتوں کا صحیح صحیح اندازہ کرنے کے لئے ضروری ہے کہ جسموں کے مساوی حجموں سے کام لیا جائے - لکڑی کا ایک بہت بڑا ٹکڑا، لوہے کے ایک چھوٹے سے ٹکڑے سے بھاری ہوسکتا ہے - لیکن یاد رکھنا چاہیئے کہ اِس وقت ہم اِن ہی دو ٹکڑوں کا مقابلہ کر رہے ہیں - اِس مقابلہ سے جو علم حاصل ہوگا وہ اِن ہی ٹکڑوں کی ذات تک محدود رہیگا - اِس سے یہ معلوم نہیں ہوسکتا کہ جس چیز کو ہم لکڑی کہتے ہیں اُس کی کثافت کو اُس چیز کی کثافت سے کیا نسبت ہے جس کو ہم لوہا کہتے ہیں - اِس مطلب کے لئے دونوں چیزوں کے مساوی حجموں کا مقابلہ ہونا چاہیئے - پھر اِس مقابلہ سے جو نتیجہ نکلیگا اُس کی بناء پر ہم ایک کلیہ قائم کرسکتے ہیں اور کہہ سکتے ہیں کہ لوہا ہمیشہ لکڑی سے

بھاری ہوتا ہے -

کثافت کی تعریف میں ہم بیان کر چکے ہیں کہ اِس سے مقدارِ مادہ فی اِکائی حجم مُراد ہے۔ جس چیز کی کثافت معلوم کرنا ہو اُس کے اِکائی حجم کے ٹکڑے میں دیکھنا چاہیئے کہ مادہ کی کتنی مقدار موجود ہے۔ لیکن یہ کام دقت سے خالی نہیں۔ اِس سے یہ تو معلوم ہو جاتا ہے کہ کسی چیز کی اپنی کثافت کیا ہے۔ لیکن اس بات کی طرف ذہن کا فوراً انتقال نہیں ہوتا کہ اِس چیز کی کثافت کو باقی چیزوں کی کثافت سے کیا نسبت ہے۔ اور دُنیا کے کار و بار میں عموماً اِسی نسبت سے کام پڑتا ہے۔ اِس لئے سب اہلِ علم نے اِس بات پر اتفاق کرلیا ہے کہ تمام مادّی اجسام کی کثافتوں کا، پانی کی کثافت سے مقابلہ کرنا چاہیئے۔ اِسی مقابلہ کے نتیجہ کو **کثافتِ اضافی** کہتے ہیں۔ اِس فصل میں ہم کثافتِ اضافی معلوم کرنے کے چند قاعدے بیان کرینگے۔

اِس تقریر سے تم سمجھ گئے ہوگے کہ کسی مادّی جسم کی کثافتِ اضافی، اُس جسم کی کثافتِ مُطلق کا، پانی کی کثافتِ مُطلق سے مقابلہ ہے۔ اِس مقابلہ سے یہ معلوم ہوجاتا ہے کہ کسی جسم کی کثافت، پانی کی کثافت سے کَے گُنا ہے۔ اِس بناء پر کثافتِ اضافی کی تعریف حسبِ ذیل ہوگی:-

$$\text{کثافتِ اضافی} = \frac{\text{کسی جسم کی کثافتِ مطلق}}{\text{پانی کی کثافتِ مطلق}}$$

$$= \frac{\text{کسی جسم کی کمیت فی اکائی حجم}}{\text{پانی کی کمیت فی اکائی حجم}}$$

$$= \frac{\text{کسی جسم کی کمیت}}{\text{مساوی الحجم پانی کی کمیت}}$$

$$= \frac{\text{کسی جسم کا وزن}}{\text{مساوی الحجم پانی کا وزن}}$$

اِس تعریف میں جو استدلال کیا گیا ہے اُس کے تمام درجے اس سے پہلے تمہاری نگاہ سے گزر چکے ہیں۔ اِس لئے اب اُن کی تشریح کی ضرورت نہیں۔ یہاں صرف اِس تقریر کے حاصل پر غور کرو۔ کسی چیز کی کثافتِ اضافی معلوم کرنے کے لئے دو چیزوں کا جاننا ضروری ہے:۔

(۱) چیز کا اپنا وزن۔

(۲) چیز کے مساوی الحجم پانی کا وزن۔

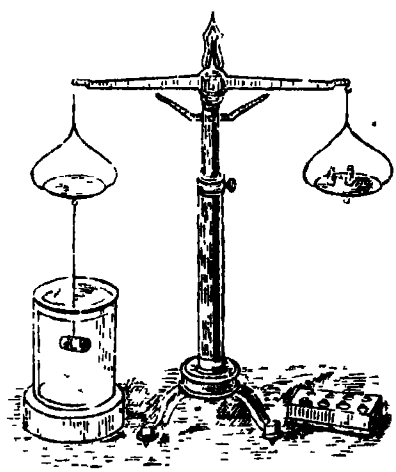
یہ تم پہلے پڑھ چکے ہو کہ کسی چیز کے مساوی الحجم پانی کا وزن ہمیشہ اُس فرق کے برابر ہوتا ہے جو اُس چیز کو پانی میں ڈالنے سے اُس کے وزن میں پیدا ہو جاتا ہے۔ اِس بناء پر کثافتِ اضافی کی تعریف حسبِ ذیل ہو جائیگی:۔

$$\text{کثافتِ اضافی} = \frac{\text{کسی چیز کا وزن}}{\text{اس چیز کا نقصانِ وزن پانی میں}}$$

ٹھوس جو پانی سے بھاری ہوں

ٹھوس چیزیں جو پانی سے بھاری ہیں اُنہیں پانی میں ڈال دیا جائے

تو اُس کے اندر ڈوب جاتی ہیں۔اِس طرح اُن کے مساوی الحجم پانی کا وزن آسانی سے معلوم ہوسکتا ہے۔جس چیز کی کثافتِ اضافی دریافت کرنا ہو پہلے اُس کا وزن معلوم کرلو۔پھر جیسا کہ شکل نمبر۵۰ میں دکھایا گیا ہے اُس چیز کو ترازو کے ایک پلڑے کے ساتھ لٹکا کر پانی کے اندر ڈبو دو۔اور دیکھو اُس کا وزن کس قدر کم ہوگیا ہے۔یہی اُس



شکل ۵۰۔اُن ٹھوس اجسام کی کثافتِ اضافی جو پانی سے بھاری ہوں۔

چیز کے مساوی الحجم پانی کا وزن ہوگا۔جب یہ مرحلے طے ہوجائیں تو پھر تمام ضروری مقدمات تمہارے پاس موجود ہیں۔اِن کی مدد سے کثافتِ اضافی معلوم کرلو۔فرض کرو کہ کسی چیز کا اصلی وزن و گرام ہے اور پانی کے اندر اُس کا وزن گھٹ کر وَ گرام باقی رہ گیا ہے تو اِس صورت میں اُس چیز کے مساوی الحجم پانی کا وزن

و - وَ گرام ہوگا

$$\text{لہٰذا کثافتِ اضافی} = \frac{\text{چیز کا اصلی وزن}}{\text{چیز کا نقصانِ وزن پانی کے اندر}}$$

$$= \frac{\text{و}}{\text{و} - \text{وَ}}$$

اِس قاعدہ میں یہ بات یاد رکھنی چاہیئے کہ جس چیز کی کثافت اضافی معلوم کر رہے ہیں اُسے تاگے میں باندھ کر پانی کے اندر ڈالتے ہیں اور اِس تاگے کا بھی کچھ نہ کچھ حصہ پانی میں ضرور ڈوبا رہتا ہے۔ اِس سے ہمارے حساب کے نتیجہ میں کچھ نہ کچھ غلطی ضرور ہوجاتی ہے۔ لیکن یہ غلطی اِتنی خفیف سی ہوتی ہے کہ حساب میں حد درجہ کی نزاکت درکار نہ ہو تو اُس کو نظر انداز کر دینے میں کوئی ہرج نہیں۔

ٹھوس جو پانی سے ہلکے ہوں

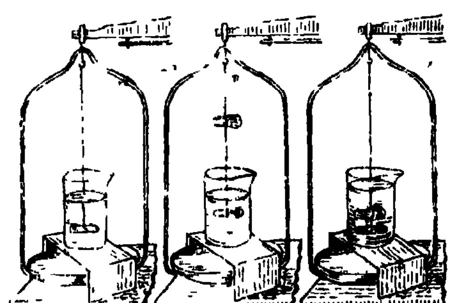
کسی ایسی چیز کی کثافتِ اضافی دریافت کرنا ہو جو پانی سے ہلکی ہے تو اُوپر کا قاعدہ اِس پر جاری نہیں ہوسکتا۔ ایسی چیزیں پانی کے اندر ڈوبتی نہیں۔ اِس لئے اُن کے مساوی الحجم پانی کا وزن دریافت کرنا مشکل ہو جاتا ہے۔ لیکن اُوپر کے قاعدہ میں ذرا سا تغیر کر دو تو یہ مشکل رفع ہو جائیگی ۔ یعنی جس چیز کی کثافتِ اضافی مطلوب ہے اُس کے ساتھ ایک اِس قسم کا بھاری بوجھ باندھ دو جو اُس کو ساتھ لے کر پانی میں ڈوب جائے ۔ اِس صورت میں تین مرتبہ ترازو کو اِستعمال کرنا پڑیگا۔

۱- جس چیز کی کثافت اضافی معلوم کرنا ہے اُس کو ہوا میں تولنا ہوگا- اِس سے اُس کا اصلی وزن معلوم ہو جائیگا-

۲- بوجھ جو اِس چیز کو ڈبونے کے لئے استعمال کیا جائیگا اُس کو پانی میں ڈال کر تولنا ہوگا- اِس سے معلوم ہو جائیگا کہ پانی کے اندر جاکر اُس کا کتنا وزن باقی رہ جاتا ہے-

۳- پھر دونوں کو ملاکر دیکھنا ہوگا کہ پانی کے اندر جاکر دونوں کا کتنا وزن باقی رہ جاتا ہے- پانی کے اندر بوجھ کا وزن پہلے معلوم ہو چکا ہے- اِس کو تفریق کردوگے تو باقی اُس چیز کا پانی میں تولا ہوا وزن رہ جائیگا جس کی کثافتِ اضافی معلوم کرنا منظور ہے- اب اِس وزن کو چیز کے اصلی وزن سے تفریق کردو تو یہ اُس کے مساوی الحجم پانی کا وزن ہوگا- پھر کثافتِ اضافی معلوم کرلینا کچھ دُشوار نہیں-

تجربہ ۵۴ ——— بوجھ کو ایک تاگے میں باندھ لو اور ترازو کے ایک پلڑے کے ساتھ لٹکا کر پانی کے اندر ڈال دو- دیکھو اِس کا وزن کیا ہے-



شکل ۵۲ - پانی سے ہلکے ٹھوس کی کثافتِ اضافی کی تخمین

فرض کرو کہ یہ وزن $و_1$ گرام ہے۔ اِس کے بعد بوجھ کو تو پانی کے اندر لٹکا رہنے دو اور جیسا کہ شکل ۵۲ میں دکھایا گیا ہے جس چیز کی کثافتِ اضافی دریافت کرنا منظور ہے اُس کو بھی اِسی تاگے کے ساتھ باندھ دو۔ اور دیکھو تعادل قائم رکھنے کے لئے باٹوں کے پلڑے میں باٹوں کا مجموعی وزن کیا ہے۔ فرض کرو کہ یہ وزن $و_2$ گرام ہے۔ پس $(و_2 - و_1)$ گرام اِس چیز کا اصلی وزن ہوگا۔ اب اِس چیز کو نیچے کی طرف سرکا کر بوجھ کے قریب لے جاؤ تاکہ اُس کے ساتھ ساتھ یہ بھی پانی کے اندر ڈوب جائے۔ اِس کے بعد ترازو کی طرف دیکھو۔ باٹوں کا پلڑا جھکا ہوا ہوگا۔ اِس میں سے کچھ وزن نکال لو کہ دونوں پلڑے پھر تعادل میں آجائیں۔ جس قدر وزن اِس پلڑے سے نکالوگے وہی چیز مذکور کے مساوی الحجم پانی کا وزن ہوگا۔ فرض کرو کہ اِس وقت پلڑے میں وزن $و_3$ گرام ہے۔ لہذا مساوی الحجم پانی کا وزن $(و_2 - و_3)$ گرام ہونا چاہئیے

بنابریں کثافتِ اضافی $= \dfrac{و_2 - و_1}{و_2 - و_3}$

کسی ایسے جسم کو جو پانی سے ہلکا ہے کلیتہً پانی کے اندر ڈبو دیا جائے تو چونکہ اِس جسم کا وزن کم ہے اور پانی کا اُوپر کی جانب عمل کرنے والا دباؤ زیادہ ہے اِس لئے جسم مذکور سطح کی طرف آنا چاہیگا۔ جب سطح پر پہنچ جائیگا تو اُس کے اُوپر کے پہلو پر پانی کا دباؤ باقی نہ رہیگا۔ لیکن نیچے کے پہلو کے ساتھ چونکہ پانی موجود ہے اِس لئے پانی کا دباؤ اُسے اِس وقت بھی اُوپر کی طرف دھکیل رہا ہوگا۔ اِس دباؤ کا مقابلہ کرنے کے لئے جسمِ مذکور کے ذاتی وزن کے سوا دوسری کوئی قوت نہیں۔ اِس لئے جسمِ مذکور اُوپر کو اُٹھتا آئیگا حتیٰ کہ اِس کے ذاتی وزن اور پانی کی تیرانے کی قوت کے درمیان تعادل کی صورت

پیدا ہوجائیگی۔ یہ ہم پہلے بیان کرچکے ہیں کہ اِس حال میں جسمِ مذکور کا وزن اُس پانی کے وزن کے برابر ہوگا جس کی جگہ جسمِ مذکور کے ڈوبے ہوئے حصہ نے گھیر رکھی ہے۔

فرض کرو کہ ایک مستطیل پہلوؤں کا لکڑی کا ٹکڑا پانی میں تیر رہا ہے۔ اِس کے قاعدہ کا رقبہ س مربع سنتی میتر اور بلندی ب سنتی میتر ہے۔ اور اِس کا وہ حصہ جو پانی کے اندر ڈوبا ہُوا ہے اُس کی بلندی ا سنتی میتر ہے۔ تو

لکڑی کا کُل حجم = س ب مکعب سنتی میتر

اُس پانی کا حجم جس کی جگہ لکڑی کے ڈوبے ہوئے حصہ نے گھیر رکھی ہے = س ا مکعب سنتی میتر

بنابریں س ب مکعب سنتی میتر لکڑی کا وزن = س ا مکعب سنتی میتر پانی کا وزن

یا ایک مکعب سنتی میتر لکڑی کا وزن = $\frac{\text{س ا}}{\text{س ب}}$ مکعب سنتی میتر پانی کا وزن

= $\frac{\text{ا}}{\text{ب}}$ مکعب سنتی میتر پانی کا وزن

یا ایک مکعب سنتی میتر لکڑی کا وزن = $\frac{\text{ا}}{\text{ب}} \times$ ۱ مکعب سنتی میتر پانی کا وزن

اِس مساوات کی دونوں طرفوں کو ایک مکعب سنتی میتر پانی کے وزن پر تقسیم کردو تو اِس سے ذیل کی مساوات پیدا ہوگی:-

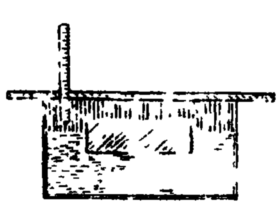
$$\frac{\text{ایک مکعب سنتی میتر لکڑی کا وزن}}{\text{ایک مکعب سنتی میتر پانی کا وزن}} = \frac{۱}{\text{ب}}$$

اِس مساوات کے دائیں پہلو پر جو کچھ لکھا ہے وُہی کثافت اضافی کی تعریف ہے۔ اِس لئے لکڑی کا ٹکڑا جو پانی میں تیر رہا ہے اُس کی کثافتِ اضافی $\frac{۱}{\text{ب}}$ ہے۔

ٹھوس چیزیں جو پانی سے ہلکی ہیں اُن کی کثافتِ اضافی معلوم کرنے کے لئے اِس تقریر سے تمہیں ایک نیا قاعدہ مل گیا۔ یعنی ہلکے جسم کے ڈوبے ہوئے حصہ کی بلندی کو اِس جسم کی کُل بلندی سے جو نسبت ہوگی وُہی اُس کی کثافتِ اضافی ہے۔

تجربہ ۵۵ ـــــ کثافتِ اضافی تیرنے کے قاعدہ سے۔

شکل ۵۳ کو دیکھو۔ اِس میں ایک برتن کے اندر پانی رکھا ہے اور پانی میں ایک لکڑی کا ٹکڑا تیر رہا ہے۔ اِس ٹکڑے کا کچھ حصہ پانی کے اندر ڈوبا ہُوا ہے اور کچھ حصہ پانی کی سطح سے باہر نکلا ہُوا ہے۔ برتن کے اُوپر ایک لکڑی کی تختی رکھی ہے۔ اِس سے ضروری بلندیوں کے ناپنے میں مدد ملتی ہے۔ لکڑی کے ٹکڑے کی بلندی، پیمانہ سے ناپ لو۔ پھر اِس کو پانی میں ڈال کر دیکھو کہ جو حصہ پانی میں ڈوبا رہتا ہے اُس کی بلندی کیا ہے۔ اِس مطلب کے لئے پیمانہ کے سرے پر موم کی مدد سے ایک سُوئی لگا دو۔ پھر پیمانہ کو تختی سے چھوتا ہُوا اِس طرح رکھو کہ سُوئی کا سرا



شکل ۵۳ ـــــ تجربہ ۵۵

پانی کی سطح سے مَس کرنے لگے۔ اب پیمانہ کو پڑھ لو اور دیکھو اِس کا کونسا درجہ لکڑی کی تختی کو چھُو رہا ہے۔ اِس کے بعد پیمانہ کو اُوپر کی طرف اُٹھاتے جاؤ یہاں تک کہ سُوئی کا سِرا لکڑی کی اُوپر والی سطح کو چھُونے لگے۔ اب پھر دیکھو کہ پیمانہ کا کونسا درجہ تختی کے برابر پڑتا ہے۔ اِن دونوں کا فرق معلوم کرنے سے اِس بات کا پتہ چل جائیگا کہ لکڑی کے ٹکڑے کا جو حصہ پانی سے باہر نِکلا ہُوا ہے اُس کی بلندی کس قدر ہے۔ پھر اس سے تم ڈوبے ہوئے حصہ کی بلندی معلوم کرسکتے ہو۔ اور اِس قاعدہ سے کثافتِ اضافی معلوم کرنے کے لئے یہی چیزیں درکار ہیں۔

لکڑی کا ٹکڑا تیرتے وقت عموماً اُفق کے متوازی نہیں رہتا۔ اِس لئے ڈوبے ہوئے حصہ کی بلندی معلوم کرنے میں غلطی کا احتمال ہے۔ اِس غلطی سے بچنے کے لئے بہتر یہ ہوگا کہ لکڑی کے چاروں کونوں کا فاصلہ تختی تک ناپ لو۔ اور اِن چاروں مقداروں کے اوسط سے کام لو۔

مایعات کی کثافتِ اضافی

ٹھوس چیزوں کی کثافتِ اضافی کے متعلق جو کچھ ہم نے بیان کیا ہے اُس کی بناء ارشمیدس کے اُصول پر ہے۔ یہ اُصول مایعات کی کثافتِ اضافی دریافت کرنے میں بھی کام دے سکتا ہے۔ اِس مضمون کو ایک مثال کی مدد سے سمجھو۔

بوتل کے مُنہ میں لگانے کی ایک شیشہ کی ڈاٹ لو اور ہوا میں تول کر اُس کا وزن دریافت کرلو۔ پھر پانی میں ڈال کر تولو اور دیکھو اُس کا وزن کتنا کم ہوگیا ہے۔ اِسی طرح جس مایع کی

کثافتِ اضافی مطلوب ہے اُس کے اندر تول کر دیکھ لو کہ ڈاٹ کا وزن گھٹ کر کتنا رہ جاتا ہے۔ پانی کے اندر ڈاٹ کے وزن میں جو نقصان پیدا ہوگا وہ ڈاٹ کے مساوی الحجم پانی کا وزن ہے۔ اِسی طرح دوسرے مایع کے اندر تولنے سے جو وزن گھٹ جائیگا اُس کو ڈاٹ کے مساوی الحجم مایع کا وزن سمجھنا چاہیئے۔ اِس سے تم مایعِ مذکور کی کثافتِ اضافی معلوم کر سکتے ہو۔

مثال ——— ایک شیشہ کی ڈاٹ کا وزن ہوا میں ۲۹٫۷ گرم ہے۔ پانی میں ۱۸٫۵ گرام۔ اور گندک کے تیزاب میں ۱۰٫۹ گرام۔ بتاؤ اِس تیزاب کی کثافتِ اضافی کیا ہوگی۔

ڈاٹ کے مساوی الحجم پانی کا وزن = ڈاٹ کا نقصانِ وزن پانی میں

= ۲۹٫۷ − ۱۸٫۵ گرام

= ۱۱٫۲ گرام

ڈاٹ کے مساوی الحجم تیزاب کا وزن = ڈاٹ کا نقصانِ وزن تیزاب میں

= ۲۹٫۷ − ۱۰٫۹ گرام

= ۱۸٫۸ گرام

لہذا تیزاب کی کثافتِ اضافی = $\frac{\text{ڈاٹ کے مساوی الحجم تیزاب کا وزن}}{\text{ڈاٹ کے مساوی الحجم پانی کا وزن}}$

= $\frac{۱۸٫۸}{۱۱٫۲}$

= ۱٫۶۸ تقریباً

کثافتِ اضافی کی بوتل

یہ ایک چھوٹی سی بوتل ہے جو عموماً صراحی دار شکل کی بنائی

جاتی ہے۔ اِس کا حجم اکثر اِتنا ہوتا ہے کہ تقریباً پچاس گرام پانی اِس کے اندر سما جائے۔ اِس کے مُنہ میں ایک شیشہ کی ڈاٹ لگی رہتی ہے جو اِس کو بخوبی بند کرلیتی ہے۔ ڈاٹ میں ایک باریک سا سوراخ بنا دیتے ہیں کہ بند کرنے کے وقت زائد ہوا بوتل کے اندر گھُٹنے نہ پائے۔ ڈاٹ کبھی ایک تنگ سی نلی' یا پتلی سی گردن' کی شکل کی بھی بنا لیتے ہیں جس کے اُوپر ایک نشان کھُدا رہتا ہے۔ اِس بوتل سے مائعات کی کثافتِ اضافی دریافت کرنے میں کام لیتے ہیں۔



شکل ۵۳۔ کثافتِ اضافی کی بوتلیں

تجربہ ۵۰ ـــــ کثافتِ اضافی کی بوتل کا اِستعمال

اِستعمال۔ کثافتِ اضافی کی بوتل کو پانی سے اچھی طرح دھو کر گرد و غبار سے پاک ہوجائے۔ پھر نہایت احتیاط کے ساتھ خشک کرو۔ اِس کے بعد ترازو میں رکھ کر اِس کا وزن کرو۔ پھر جس مائع کی کثافتِ اضافی مطلوب ہے اُس کو بوتل کے اندر مُنہ تک بھر کر ڈاٹ لگا دو۔ اِس بات کی احتیاط رکھو کہ بوتل میں کوئی ہوا کا بُلبلہ نہ رہ جائے۔ اِس کے لئے بہترین تدبیر یہ ہے کہ بوتل کو مُنہ تک مائع سے بھر دو

تاکہ ہوا کے لئے اُس کے اندر کوئی گنجائش نہ رہے۔ پھر ڈاٹ لگاؤ گے تو مایع کا زائد حصہ ڈاٹ کے سُوراخ میں سے باہر نکل جائیگا۔ اور بوتل کے اندر مایع ہی مایع رہ جائیگا اب بوتل کا بیرونی حصہ صافی سے اچھی طرح صاف کرلو کہ اِس کے اُوپر مایع کی آلائش نہ رہے۔ صاف کرتے وقت بوتل کو صافی کی کئی تہوں میں رکھ کر پکڑنا چاہیئے۔ ایسا نہ کروگے تو تمہارے ہاتھ کی گرمی بوتل کو پہنچیگی اور مایع کو گرم کرکے پھیلا دیگی جس کا نتیجہ یہ ہوگا کہ مایع کی ضرورت سے زیادہ مقدار سوراخ کے رستے خارج ہو جائیگی اور تجربہ غلطی سے پاک نہ رہیگا۔ جب بوتل خوب صاف ہو جائے تو اُس کو ترازو میں رکھ کر تول لو۔ اِس کے بعد مایع کو نکال دو اور بوتل کو کئی مرتبہ صاف پانی سے دھو ڈالو کہ مایع مذکور کی آلائش اُس کے اندر نہ رہے۔ یہ عمل ختم ہو جائے تو بوتل میں صاف اور ٹھنڈا پانی بھر کر اُس کا وزن کرو۔ اِس طرح مایع مذکور اور پانی کے **مساوی** حجموں کا وزن معلوم ہو جائیگا۔ اور کثافتِ اضافی دریافت کرنے کے لئے اِن ہی چیزوں کی ضرورت ہے۔

مثال ——— کثافتِ اضافی کی بوتل کا دھڑا کرکے اُس میں دودھ بھر کر تولا تو دودھ کا وزن ۵۱٫۵ گرام نکلا۔ بوتل کا اندرونی حجم اِس قدر ہے کہ اُس کے اندر ۵۰ مکعب سمر پانی آتا ہے۔ بتاؤ اِس دودھ کی کثافتِ اضافی کیا ہے۔

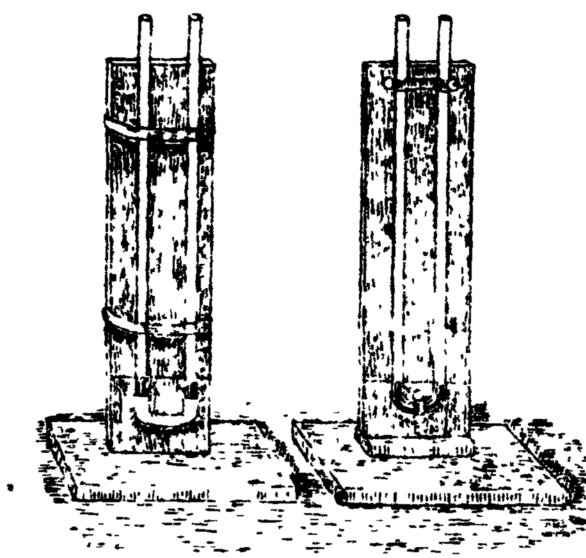
ایک مکعب سمر پانی کا وزن	=	۱ گرام
۵۰ مکعب سمر پانی کا وزن	=	۵۰ گرام
پانی کے مساوی الحجم دودھ کا وزن	=	۵۱٫۵ گرام
لہذا دودھ کی کثافتِ اضافی	=	$\frac{\text{۵۱٫۵ گرام}}{\text{۵۰ گرام}}$
	=	۱٫۰۳

مایعات کی کثافتِ اضافی لانما نلی سے۔ ۔۔۔۔ اب ہم مایعات کی کثافتِ اضافی کے لئے ایک اور قاعدہ بیان کرتے ہیں جو اپنی نوعیت کے اعتبار سے بہت سادہ اور نہایت مفید ہے۔ یہ قاعدہ اِس اُصول پر مبنی ہے کہ لانما نلی میں دو مختلف کثافتوں کے مایع ڈال دیئے جائیں تو اُن کی بلندیاں کثافتوں کے ساتھ تناسبِ معکوس میں رہتی ہیں۔

شیشہ کی ایک نلی کو موڑ کر لا کی شکل بنا دیتے ہیں جس کے دونوں مُنہ کُھلے رہتے ہیں۔ اِس لئے اِس شکل کی نلی کا نام لانما نلی ہے۔ اِس نلی میں دونوں ساقیں ایک دوسری کے متوازی ہونی چاہئیں۔ ساقیں متوازی نہ ہونگی تو بلندیوں کے ناپنے میں دِقت پیش آئیگی۔ کثافتِ اضافی معلوم کرنے کے لئے لانما نلی میں اِس بات کی گنجائش ہونی چاہیئے کہ وہ عمودی سمت میں کھڑی ہو سکے۔ اِس مطلب کے لئے بہترین تدبیر یہ ہے کہ نلی ایک عمودی سمت کے متوازی رہنے والی ٹیکن کے ساتھ لگا دی جائے۔ ٹیکن کے ساتھ پیمانہ بھی ہو تو بلندیوں کے معلوم کرنے میں آسانی ہو جاتی ہے۔

لانما نلی تیار کرنے کی آسان ترکیب یہ ہے کہ شیشہ کی، دو کُھلے مُنہ کی نلیاں لے کر اُن کا ایک ایک سِرا ربڑ کی نلی سے ایک دوسری کے ساتھ ملا دو اور دونوں کو ٹیکن کے ساتھ ایک دوسری کے متوازی کھڑا کر دو۔ اِس میں خوبی یہ ہے کہ پیندا ربڑ کا ہو تو اِس صورت میں مایعات کے دباؤ سے

اِس کے ٹوٹنے کا خطرہ باقی نہیں رہتا۔



شکل ۵۵۔ لانالیاں مایعات کی کثافتِ اضافی معلوم کرنے کے لئے

شکل ۵۵ میں لانالیوں کی تصویر دکھائی گئی ہے۔ ایک نلی کا پیندا شیشہ کا ہے اور دوسری کا پیندا ربڑ کا۔ لانالی میں پارا ڈال دو تو دونوں ساقوں میں پارے کی بلندی برابر ہوگی۔ اِس وقت پارے کی دونوں آزاد سطحوں پر کرۂ ہوائی کا دباؤ ہے۔ اور وہ دونوں پر برابر ہے۔ اِس لئے پارے کی بلندیوں میں کوئی فرق پیدا نہیں ہوتا۔ اب ایک ساق میں کچھ پانی ڈال دو تو تم دیکھو گے کہ دونوں ساقوں میں پارے کی بلندی یکساں نہیں۔ اِس وقت ایک ساق میں پارے کی سطح پر صرف کرۂ ہوائی کا دباؤ ہے۔ اور دوسری میں کرۂ ہوائی کے دباؤ کے ساتھ پانی کا دباؤ بھی مِلا ہوُا ہے۔ اِس لئے دونوں ساقوں میں

دباؤ کو مساوی رکھنے کے لئے پانی والی ساق کا پارا نیچے اُتر آئیگا۔ اور دوسری ساق میں اِتنا بلند ہو جائیگا کہ اُدھر کے پارے کا وزن دوسری ساق کے پارے اور پانی کے وزن کے مساوی ہو جائے۔ اب اِدھر کی ساق میں بھی پانی ڈال دو۔ دیکھو پارا آہستہ آہستہ نیچے اُترتا آتا ہے۔ اور دوسری طرف اِسی رفتار کے ساتھ بلند ہو رہا ہے۔ اور آخر دونوں ساقوں میں پارے کی سطحیں اُفق کے متوازی ایک خطِ مستقیم میں آگئی ہیں۔ پانی کی سطحوں کا بھی یہی حال ہے۔ دونوں ساقوں میں پانی کے اُستوانوں کا طول مساوی ہے۔

اِس تقریر سے تم سمجھ سکتے ہو کہ لانا نلی کے اندر پارا گویا ترازو کا کام دیتا ہے۔ اِس کے دونوں پہلوؤں پر نلی کی ساقوں میں مختلف مایع ڈال کر اُن کا موازنہ ہو سکتا ہے۔ پھر اِس سے کسی مایع کی کثافتِ اضافی دریافت کر لینا ایک سہل سی بات ہے۔ دونوں ساقوں کے سوراخ، قطر کے اعتبار سے سربسر ایک حال پر ہوں تو اُن کے اندر دو مختلف مایع جو ایک دُوسرے کے ساتھ تعادل کی حالت میں ہیں اُن کی کثافتوں اور بلندیوں میں تناسبِ معکوس ہوگا۔ یعنی جو زیادہ کثیف ہے اُس کی بلندی کم اور جس کی کثافت کم ہے اُس کی بلندی زیادہ ہوگی۔

فرض کرو کہ کسی مایع ا کی بلندی ب سنتی میتر ہے۔ اور کثافت اُس کی ك گرام فی مکعب سنتی میتر۔ دُوسرے مایع ج کی بلندی بَ سنتی میتر ہے اور کثافت اُس کی كَ گرام

فی مکعب سنتی میتر۔ یہ بھی فرض کرو کہ نلی کے سوراخ کا قطر ہر جگہ مساوی ہے اور سوراخ کی تراشِ عمودی کا رقبہ ہر مقام پر س مربع سنتی میتر۔ تو

مائع ا کا حجم = ب س مکعب سنتی میتر

اور مائع ا کا وزن = ب س ك گرام

اسی طرح مائع ج کا حجم = بَ س مکعب سنتی میتر

مائع ج کا وزن = بَ س كَ گرام

چونکہ دونوں مائع تعادل میں ہیں اس لئے ان کا وزن ایک دوسرے کے برابر ہونا چاہیئے۔

لہذا ب س ك = بَ س كَ

یا ب ك = بَ كَ

یا $\frac{ب}{بَ} = \frac{كَ}{ك}$

یعنی ب : بَ :: كَ : ك

یا مائع ا کی بلندی : مائع ج کی بلندی :: مائع ج کی کثافت : مائع ا کی کثافت

تجربہ ۵۷ —— لا نا نلی کی ایک ساق میں شراب بھر دو اور دوسری ساق میں اتنا پانی ڈالو کہ شراب کا ہموزن ہو جائے۔ پھر نلی کی ساقوں میں پانی اور شراب کی بلندیاں ناپ لو اور بتاؤ شراب کی کثافتِ اضافی کیا ہے۔

فرض کرو شراب کی بلندی نلی کی ساق میں = ب سم

پانی کی بلندی نلی کی ساق میں = بَ سم

پس ب سمر شراب کا وزن = بَ سمر پانی کا وزن

یا ا سمر شراب کا وزن = $\frac{\text{بَ}}{\text{ب}}$ سمر پانی کا وزن

= $\frac{\text{بَ}}{\text{ب}}$ × ا سمر پانی کا وزن

اِس سے ظاہر ہے کہ شراب کا کوئی سا حجم لے لو۔ اُس کا وزن اپنے مساوی الحجم پانی کے وزن سے $\frac{\text{بَ}}{\text{ب}}$ گنا ہوگا۔ اور یہی کثافتِ اضافی کی تعریف ہے۔

لہٰذا شراب کی کثافتِ اضافی = $\frac{\text{بَ}}{\text{ب}}$

عام طور پر مایعات کی دو قسمیں ہیں۔ ایک وہ جو کلیتہً یا جزءً پانی کے ساتھ مخلوط ہو جاتے ہیں۔ دوسرے وہ جو پانی کے ساتھ قطعاً مخلوط نہیں ہوتے بلکہ فوراً الگ ہوجاتے ہیں۔ لانا ملی میں پہلی قسم کے مایعات کا موازنہ کرتا ہو تو اُن کے درمیان لانا ملی کے پیند سے میں کسی ایسے مایع کا ہونا ضروری ہے جس کا نہ پانی پر کچھ اثر ہو نہ دوسرے مایع پر۔ اور دونوں کے درمیان پردہ کا کام دیتا رہے۔ پارا اِس مطلب کے لئے اکثر حالتوں میں بہت عمدہ چیز ہے۔ دوسری قسم کے مایعات کے لئے کسی پردہ کی ضرورت نہیں۔

وہ مایعات جو پانی کے ساتھ مخلوط ہوجاتے ہیں اُن کی کثافتِ اضافی معلوم کرنے کے لئے **ہیئر** نامی ایک شخص نے ایک آلہ تجویز کیا ہے۔ ذیل کی تصویر میں اِس آلہ کی ایک سادہ سی شکل دکھائی گئی ہے۔

اِس آلہ میں ایک چوڑے مُنّہ کی بوتل ہے جس کا مُنّہ ربڑ کی ڈاٹ سے بند کر دیا گیا ہے۔ڈاٹ میں تین سوراخ ہیں۔دو سوراخوں میں شیشہ کی لمبی نلیاں ہیں ۔اور تیسرے سوراخ میں شیشہ کی ایک چھوٹی سی نلی ہے جس کے باہر کے سرے پر ربڑ کی نلی چڑھا دی گئی ہے۔لمبی نلیوں کے نیچے والے سرے شیشہ کے گلاسوں میں ہیں ۔ اِن گلاسوں کے اندر وہ مایع ڈال دئے جاتے ہیں جن کی کثافتوں کا مقابلہ منظور ہوتا ہے ۔



شکل ۵۶ ۔ ہیئر کا آلہ

ربڑ کی نلی کے ذریعہ بوتل کی ہوا کا کچھ حصہ خارج کرو تو دونوں مایع اپنی اپنی نلی میں چڑھنے لگینگے ۔ لیکن اِن کی بلندیاں ایک دوسرے سے مختلف ہونگی ۔ جس کی کثافت کم ہے وہ زیادہ بلندی تک پہنچیگا اور جس کی کثافت زیادہ ہے اُس کی بلندی کم رہیگی۔گلاسوں میں دونوں مایع چیزوں کی سطح پر کُرۂ ہوائی کا دباؤ ہے ۔ اور ظاہر ہے کہ یہ دباؤ دونوں پر برابر پڑتا ہے ۔ بوتل سے کچھ ہوا خارج ہو جاتی ہے تو اِدھر نلیوں کے اندر مایع کی سطحوں کا جو حصہ ہے اُس کے اُوپر ہوا کا دباؤ کم ہو جاتا ہے ۔ اور باہر کی سطح پر چونکہ ہوا کا دباؤ مقابلۃً زیادہ ہے اِس لئے نلیوں کے اندر اور باہر مایع کی سطحوں پر دباؤ کا تعادل ٹوٹ جاتا ہے ۔ پھر تعادل کو قائم رکھنے کے لئے ضروری ہے

کہ دونوں مایعات کا کچھ کچھ حصہ نلیوں میں بلند ہو جائے اور اُن کی بلندی اِتنی ہو کہ نلی اور بوتل کے اندر جو اِس وقت ہوا کا دباؤ ہے وہ اِن نلی میں چڑھے ہوئے مایعات کے وزن کے ساتھ مل کر بیرونی دباؤ کا مساوی ہوجائے۔

اب ذرا اِس واقعہ کی اصلیت پر غور کرو۔ دونوں نلیوں کے اندر جو دباؤ ہے وہ اُس دباؤ کے برابر ہے جو کُرۂ ہوائی کے وجود سے دونوں مایعات کی سطحوں پر پڑ رہا ہے۔ اگر دونوں گلاسوں میں مایع کی سطحیں بلندی میں برابر ہیں تو اُن کے اُوپر کُرۂ ہوائی کا دباؤ بھی مساوی ہوگا۔ اِس بنار پر موجودہ صورت میں دونوں نلیوں کے اندر دباؤ برابر برابر ہونا چاہیئے۔ نلیوں کے اندر بوتل وغیرہ کی ہوا کا دباؤ دونوں میں جزوِ مشترک ہے۔ اِس کو نظر انداز کردو تو نلیوں میں دونوں مایع چیزوں کی مقداریں جو اصلی سطح سے اُوپر اُٹھی ہوئی ہیں اُن کے وزن ایک دوسرے کے برابر ہونگے۔ پھر اِس سے ظاہر ہے کہ لانما نلی کی طرح یہاں بھی مایعات کی بلندیاں کثافتوں کے تناسبِ معکوس میں ہیں۔ دونوں کی بلندیاں ناپ لو تو اُن کی کثافتوں کا مقابلہ کرنے کے لئے پورا سامان مل جائیگا۔

مایع پیما

ایک سادہ سا مایع پیما ذیل کے طریقہ سے تیار ہو سکتا ہے۔ ایک پتلے پہلوؤں کے شیشہ کی نلی لو جس کا قُطر تقریباً دو سنتی میٹر ہو۔ اِس نلی سے ۱۵ سنتی میٹر کے قریب ایک ٹکڑا کاٹ لو۔ اِس کے ایک مُنہ کو کاک سے بند کردو اور کاک کا زائد حصہ کاٹ کر اُسے نلی کے

سرے کے ساتھ ہموار کردو۔ پھر اس کے اُوپر لاکھ لگادو کہ اس کے مساموں میں سے پانی اندر نہ جانے پائے - نلی کے اندر کاغذ کا ایک ایسا پیمانہ رکھ دو جو ملی میٹروں میں منقسم ہو۔ یہ پیمانہ نلی کے سرے سے فاصلوں کے ناپنے میں مدد دیگا۔ اب نلی کے اندر سیسے کے اتنے چھرّے ڈالو کہ اُن کے بوجھ سے نلی عمودی سمت میں ۱۲ سمر کے قریب پانی میں ڈوب جائے۔ چھرّوں کو اپنی جگہ پر قائم رکھنے کے لئے اُن کے اُوپر تھوڑا سا موم یا کاک کا ایک ٹکڑا رکھ دو۔ پھر ایک چھوٹا سا کاک لے کر نلی کا دُوسرا مُنہ بھی بند کردو اور کاک پر لاکھ لگا دو کہ اِدھر سے بھی پانی نلی کے اندر نہ جانے پائے۔

تجربہ ۵۸ —— مایع پیما کا اصول —— یہ آلہ جو تم نے تیار کیا ہے اِس کو پانی میں ڈال دو اور دیکھو اِس کا کتنا حصہ پانی کے اندر چلا جاتا ہے۔ پھر اِس کو باہر نکال لو اور سُکھا کر اِس کا وزن دریافت کرو۔ اِس کے بعد نلی کا جو حصہ پانی میں ڈوبا ہوا تھا اُس کے مختلف مقامات کا قُطر معلوم کرو۔ پھر اِن قُطروں کا اوسط لے کر حساب لگاؤ کہ اِس حصہ کا حجم کیا ہے۔ یہی حجم اُس پانی کا ہوگا جس کی جگہ تمہارے آلہ کے ڈوبے ہوئے حصہ نے گھیر رکھی تھی۔ اب دیکھو مایع پیما کے وزن اور اِس پانی کے وزن میں کیا نسبت ہے۔ آلہ کا ڈوبا ہوا حصہ جتنے پانی کی جگہ گھیرتا ہے اُس کا وزن بلاشبہ آلہ کے وزن کا مساوی ہے۔ یہ وُہی اُصول ہے جو اِس سے پہلے مایعات کی ' تیرانے کی قوت ' کے بیان میں آچکا ہے۔

کچھ پانی ہی پر حصر نہیں مایع پیما کو جس مایع میں رکھ دوگے یہی نتیجہ ہوگا۔ مایع پیما کا اِتنا حصہ اِس مایع میں

ڈوب جائیگا کہ ڈوبا ہؤا حصہ کُل مایع پیما کے مساوی الوزن پانی کی جگہ گھیر لے۔ اِس سے تم سمجھ سکتے ہو کہ کسی مایع کی کثافت کم ہوگی تو مایع پیما کے ساتھ ہموزن ہونے کے لئے اُس کے حجم کی زیادہ مقدار درکار ہوگی۔ اِس لئے آلہ اُس کے اندر زیادہ گہرائی تک پہنچیگا۔ اگر یہ دیکھ لیا جائے کہ مایع پیما کس حد تک مختلف مایعات کے اندر ڈوب جاتا ہے تو اِس سے اُن کی کثافتوں کا تناسب معلوم ہوسکتا ہے حساب کا انداز اِس میں بھی وُہی ہوگا جو لانما نلی کے بیان میں تمہاری نگاہ سے گزر چکا ہے۔

فرض کرو کہ نلی کی تراشِ عمودی کا رقبہ س مربع سمر ہے۔ آلہ پانی میں ڈالا جاتا ہے تو اُس کا نیچے کا سِرا پانی کے اندر ب سمر کی گہرائی تک پہنچتا ہے۔ اور جب مایع ا میں ڈالا جاتا ہے تو اُس کی نلی بَ سمر تک ڈوبی رہتی ہے۔ بتاؤ اِس مایع کی کثافتِ اضافی کیا ہوگی۔

نلی کے ڈوبے ہوئے حصہ کا مساوی الحجم پانی = س ب مکعب سمر

نلی کے ڈوبے ہوئے حصہ کا مساوی الحجم مایع ا = س بَ مکعب سمر

اب چونکہ اِن دونوں کے وزن، مایع پیما کے وزن کے مساوی ہیں اِس لئے

س بَ مکعب سمر مایع ا کا وزن = س ب مکعب سمر پانی کا وزن

یا ۱ مکعب سمر مایع ا کا وزن = $\frac{ب}{بَ}$ مکعب سمر پانی کا وزن

یا ۱ مکعب سمر مایع ا کا وزن = $\frac{ب}{بَ}$ × ۱ مکعب سمر پانی کا وزن

یا $\frac{\text{۱ مکعب سمر مایع ا کا وزن}}{\text{۱ مکعب سمر پانی کا وزن}} = \frac{ب}{بَ}$

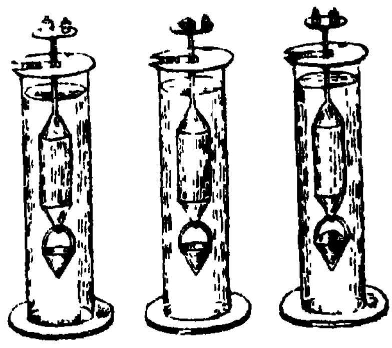
ہٰذا مایع ۱ کی کثافتِ اضافی = ب/ب

اوپر کے بیان میں جس مایع پیما کا ذکر آیا ہے اُس کا اصول یہ ہے کہ مختلف کثافتوں کے مایعات میں اُس کی نلی مختلف گہرائیوں تک ڈوبتی ہے۔ اس لئے اِس کو دخولِ متغیر والا مایع پیما کہتے ہیں۔ اور عوام الناس عموماً اِسی ساخت کے آلے استعمال کرتے ہیں۔

نکلسن نامی ایک شخص نے اِس کی شکل میں کچھ تبدیلی کردی ہے جس سے یہ آلہ علمی کاموں کے لئے زیادہ کارآمد ہوگیا ہے۔ اِس ساخت کا آلہ عام طور پر **نکلسن کا مایع پیما** کہلاتا ہے۔ اس مایع پیما کو ہمیشہ ایک معیّن نشان تک مایعات کے اندر ڈبو دیتے ہیں۔ اور جتنا وزن اس آلہ کو مختلف مایعات میں نشانِ مذکور تک ڈبونے کے لئے درکار ہوتا ہے اُس کے مقابلہ سے کثافتوں کا اندازہ کرلیتے ہیں۔ اِس آلہ کی خوبی یہ ہے کہ اِس کی مدد سے ٹھوس جسموں کی کثافتوں کا بھی اندازہ ہوسکتا ہے۔

ساخت ——— اس آلہ میں دھات کا ایک کھوکھلا اُستوانہ ہے جس کی چوٹی پر ایک پتلی سی ڈنڈی لگی رہتی ہے۔ ڈنڈی کے اُوپر ایک چھوٹا سا پلڑا لگا دیتے ہیں اور ڈنڈی کی گردن پر ریتی سے ایک نشان بنا دیتے ہیں۔ یہی نشان آلہ کو ڈبونے کی حد ہے۔ اُستوانہ کے نیچے والے سرے پر ایک وزنی پیالی لٹکی رہتی ہے جس کا وزن اِتنا ہوتا ہے کہ اُس کی مدد سے آلہ کسی خاص حد تک مایع کے اندر ڈوب جائے اور عمودی سمت کے متوازی

کھڑا رہے۔ پیالی کی شکل عموماً نوکدار مخروط کی سی ہوتی ہے۔ اِس سے آلہ سہولت کے ساتھ مایعات کے اندر چلا جاتا ہے۔ کسی مایع کی کثافت اِتنی زیادہ ہو کہ آلہ کو اُس میں تیرتے وقت عمودی سمت کے متوازی رہنا میسّر نہ آسکے تو نیچے کے پلڑے میں سیسے کا ایک چھوٹا سا ٹکڑا ڈال دینا چاہیئے۔ لیکن اِس بات کا خیال رہے کہ سیسے کا ٹکڑا زیادہ وزنی نہ ہو۔ زیادہ وزنی ہوگا تو آلہ کو معیّن نشان تک یا اِس سے بھی زیادہ ڈبو دیگا اور تجربہ کے لئے گنجائش نہ رہیگی۔ اِس بات کو بھی یاد رکھو کہ جب تک تجربہ ختم نہ ہو جائے، سیسے کا ٹکڑا پلڑے کے اندر ہی رہے، ورنہ نتیجہ غلط ہو جائیگا۔ ذیل کی تصویر میں نکلسن کے مایع پیما کی شکل دکھائی گئی ہے۔



شکل ۵۷ - نکلسن کا مایع پیما

مایعات کی کثافتِ اضافی نکلسن کے مایع پیما سے۔

مایع پیما کو گرد و غبار سے پاک کرکے تول لو۔ پھر اُس کو اُستوانی کے اندر

پانی میں ڈال دو اور اوپر کے پلڑے میں وزن رکھتے جاؤ یہاں تک کہ گردن پر کا نشان عین پانی کی سطح میں آ جائے۔ جب یہ دیکھنا ہو کہ نشان پانی کی سطح میں آیا ہے یا نہیں تو آنکھ کو اِس طرح رکھنا چاہیئے کہ خطِ نظر مایع کی سطح میں رہے۔ اِس احتیاط کا لحاظ نہ رکھو گے تو اختلافِ منظر کی وجہ سے تجربہ میں غلطی ہو جائیگی۔ آلہ کا نشان عین مایع کی سطح میں آ جائے تو اُس وقت آلہ کا اپنا وزن اور جتنا وزن تم نے زائد ڈالا ہے اِن دونوں کا مجموعہ اِس قدر پانی کے وزن کا مساوی ہوگا جس کی جگہ آلہ کے ڈوبے ہوئے حصہ نے گھیر رکھی ہے۔ پس

مایع پیما کا وزن + زائد وزن جو پلڑے میں ڈالا گیا ہے
= آلہ کے ڈوبے ہوئے حصہ کے مساوی الحجم پانی کا وزن

اب مایع پیما کو پانی سے باہر نکال کر خشک کرلو۔ پھر اُس مایع کے اندر رکھ دو جس کی کثافتِ اضافی مطلوب ہے۔ دیکھو آلہ کو نشان تک ڈبونے کے لئے کس قدر زائد وزن درکار ہے۔ یہ وزن، مایع پیما کے ذاتی وزن کے ساتھ مل کر آلہ کے ڈوبے ہوئے حصہ کے مساوی الحجم مایع کے وزن کا مساوی ہوگا۔ پس

مایع پیما کا وزن + زائد وزن جو پلڑے میں ڈالا گیا ہے = آلہ کے ڈوبے ہوئے حصہ کے مساوی الحجم مایع کا وزن

آلہ کا ڈوبا ہوا حصہ دونوں صورتوں میں وُہی ہے۔ پس اِس ترکیب سے پانی اور مایع مذکور کے مساوی حجموں کا وزن معلوم ہوگیا۔ پھر کثافتِ اضافی معلوم کرلینا کچھ دشوار نہیں۔ فرض کرو کہ مایع پیما کا وزن ۱ گرام ہے۔ پانی میں اِس کو معیّن نشان تک

ڈبونے کے لئے ب گرام کی ضرورت ہے۔ اور مایع مذکور میں اِسی نشان تک ڈبونے کے لئے ج گرام کا وزن درکار ہے۔ تو

$$\text{مایع مذکور کی کثافتِ اضافی} = \frac{\text{آلہ کے ڈوبے ہوئے حصہ کے مساوی الحجم مایع کا وزن}}{\text{آلہ کے ڈوبے ہوئے حصہ کے مساوی الحجم پانی کا وزن}}$$

$$= \frac{\text{ا + ج}}{\text{ا + ب}}$$

ٹھوس جسموں کی کثافتِ اضافی نکلسن کے مایع پیما

سے۔ ٹھوس جسموں کی کثافتِ اضافی معلوم کرنے میں سب سے پہلا کام یہ ہوگا کہ اِس آلہ کی مدد سے اُن کا ذاتی وزن دریافت کرلیا جائے۔ پھر اِس کے بعد یہ دیکھا جائیگا کہ اُن کے مساوی الحجم پانی کا وزن کیا ہے۔

مایع پیما کو پانی میں رکھ دو اور اُس کے اُوپر کے پلڑے میں اتنا وزن ڈالو کہ آلہ ٹھیک نشانِ معین تک پانی میں ڈوب جائے۔ اب باٹوں کو اٹھالو اور اُن کا وزن یاد رکھو۔ پھر جس چیز کی کثافتِ اضافی مطلوب ہے اُس کا ایک چھوٹا سا ٹکڑا لے کر مایع پیما کے اُوپر والے پلڑے میں رکھ دو۔ اور دیکھو آلہ کو نشان تک پانی میں ڈبونے کے لئے اَور کتنا وزن درکار ہے۔ فرض کرو کہ پہلی مرتبہ آلہ کو نشان تک ڈبونے کے لئے ا گرام کی ضرورت تھی۔ اور دوسری مرتبہ جب ٹھوس چیز پلڑے میں رکھ دی گئی ہے تو اُسی حد تک ڈبونے کے لئے ب گرام کی ضرورت پڑتی ہے۔ تو ظاہر ہے کہ اِس حال میں

چیز کا وزن + ب گرام = ا گرام

لہذا چیز کا وزن = ا - ب گرام

اب یہ دیکھنا ہے کہ اِس چیز کے مساوی الحجم پانی کا وزن کیا ہے۔ آلہ کو پانی سے باہر نکال لو اور ٹھوس کو اُوپر کے پلڑے سے اُٹھاکر نیچے کی پیالی میں رکھ دو۔ باٹ جو اُوپر کے پلڑے میں پڑے تھے اُن کو وہیں رکھا رہنے دو۔ اِس کے بعد آلہ کو پھر پانی میں ڈالو اور دیکھو اُس کا کیا حال ہوتا ہے۔ پانی کے اندر جاکر ٹھوس کے وزن میں فرق آجائیگا۔ اور آلہ کو اُسی نشان تک ڈبونے کے لئے اوپر کے پلڑے میں زیادہ وزن ڈالنے کی ضرورت ہوگی۔ تم اِس بات کو بخوبی سمجھ چکے ہو کہ جب کوئی ٹھوس جسم پانی میں ڈبو دیا جاتا ہے تو پانی اُسے اُوپر کی طرف دباتا ہے۔ اور یہی دباؤ اِس ظاہری نقصانِ وزن کا موجب ہے۔ یہ دباؤ ہمیشہ ڈوبے ہوئے جسم کے مساوی الحجم پانی کے وزن کا مساوی رہتا ہے۔ بنابریں، اِس تجربہ میں جو زائد وزن ڈالنا پڑیگا اُسے ٹھوس کے مساوی الحجم پانی کا وزن سمجھنا چاہئے۔

ٹھوس کا ذاتی وزن تم پہلے معلوم کرچکے تھے۔ اب اُس کے مساوی الحجم پانی کا وزن معلوم ہوگیا۔ اِن دونوں کی مدد سے ٹھوس کی کثافتِ اضافی معلوم کرلو۔ جب ٹھوس، مایع پیما کی نیچے والی پیالی میں ہے تو فرض کرو کہ آلہ کو نشان تک پانی میں ڈبونے کے لئے اُوپر کے پلڑے میں جو باٹ رکھے ہیں اُن کا مجموعی وزن ج گرام ہے۔ اِس حال میں

ٹھوس کے مساوی الحجم پانی کا وزن = ج - ب گرام

لہذا ٹھوس کی کثافتِ اضافی = $\frac{\text{ا} - \text{ب}}{\text{ج} - \text{ب}}$

نکلسن کے مایع پیما سے کسی ٹھوس کی کثافتِ اضافی دریافت کرنے کے لئے ترازو کی کچھ حاجت نہیں - باٹوں ہی کے استعمال سے وزن معلوم ہو سکتا ہے - ٹھوس اپنے مساوی الحجم پانی سے ہلکا ہو تو اس کی کثافتِ اضافی معلوم کرنے میں کسی قدر دقت پیش آئیگی - کسی ایسے جسم کو مایع پیما کی پیالی میں رکھ کر پانی کے اندر ڈالینگے تو وہ اپنی جگہ پر قائم نہ رہیگا - اور تیر کر پانی کی سطح پر آنا چاہیگا اس کے روکنے کے لئے عمدہ تدبیر یہ ہے کہ اُسے پتلے سے تار کی مدد سے آلہ کی پیالی کے ساتھ باندھ دیا جائے - اس میں شک نہیں کہ تار کی وجہ سے نتیجہ میں کچھ غلطی ضرور ہوجائیگی لیکن اگر تار بہت باریک ہے تو یہ غلطی ایسی خفیف سی ہوگی کہ ہم اس کو نظرانداز کر سکتے ہیں - ہاں اگر حساب میں اعلیٰ درجہ کی نزاکت منظور ہو تو اس صورت میں تار کا اثر بھی محسوب ہونا چاہیئے - اس کا یوں انتظام ہو سکتا ہے کہ پہلے تار کی کثافتِ اضافی معلوم کرلو - پھر اس تار کو استعمال میں لاؤ -

مثال ——— نکلسن کے مایع پیما کو پانی میں رکھا تو اس کو نشانِ معین تک ڈبونے کے لئے ۴۰ گرام وزن درکار تھا - اس کے بعد گندک کا ایک ٹکڑا اُوپر کے پلڑے میں رکھا تو معلوم ہُوا کہ آلہ کو اسی نشان تک ڈبونے کے لئے گندک کے ساتھ ۱۷٫۸ گرام وزن رکھنے کی ضرورت ہے - پھر گندک کو نیچے کی پیالی میں رکھا تو معلوم ہُوا کہ آلہ کو نشانِ معین تک ڈبونے کے لئے اُوپر کے پلڑے میں ۲۸٫۷ گرام کا وزن چاہیئے - بتاؤ گندک کی کثافتِ اضافی کیا ہے -

گندک کا وزن = ۴۰ − ۱۷٫۸ گرام

= ۲۲٫۲ گرام

گندک کے مساوی الحجم پانی کا وزن = ۲۸٫۷ − ۱۷٫۸ گرام

= ۱۰٫۹ گرام

لہذا گندک کی کثافتِ اضافی = ۲۲٫۲ گرام / ۱۰٫۹ گرام = ۲٫۰۳۶

ٹھوس جسموں کی کثافتِ اضافی معلوم کرنے کے لئے جتنے قاعدے ہم نے بیان کئے ہیں اُن سب میں ٹھوس کو پانی میں ڈبونا پڑتا ہے۔ لیکن بعض ٹھوس ایسے بھی ہیں جو پانی میں حل ہو جاتے ہیں۔ ایسے جسموں کی کثافتِ اضافی دریافت کرنے میں یہ قاعدے کام نہیں دے سکتے۔ اِس صورت میں کوئی ایسا مایع تجویز کرنا چاہیئے جس میں ٹھوس جسم حل نہ ہو سکے اور دیکھنا چاہیئے کہ اِس مایع کی اضافت سے جسمِ مذکور کی کثافت کیا نکلتی ہے۔ پھر مایعِ مذکور کی کثافتِ اضافی کی مدد سے اِس جسم کی کثافتِ اضافی معلوم ہوسکتی ہے۔

فرض کرو کہ ایک ٹھوس جسم ایسا ہے جو پانی میں حل ہو جاتا ہے۔ اور مٹی کے تیل میں حل نہیں ہوتا۔ اُس کا وزن ا گرام ہے اور اُس کے مساوی الحجم تیل کا وزن ب گرام۔ تیل کی اپنی کثافتِ اضافی ج ہے۔ یعنی تیل اپنے مساوی الحجم پانی سے ج گُنا بھاری ہے۔ لہذا تیل کے مساوی الحجم پانی کا وزن تیل کے وزن کا $\frac{1}{ج}$ ہوگا۔

اِس لئے ٹھوس مذکور کے مساوی الحجم پانی کا وزن = اُس کے مساوی الحجم تیل کا وزن $\times \frac{۱}{ج}$

$= ب \times \frac{۱}{ج}$ گرام

لہٰذا ٹھوس مذکور کی کثافتِ اضافی $= \frac{ا}{ب \times \frac{۱}{ج}}$

$= \frac{ا}{ب} \times ج$

۔ ٹھوس کی کثافت تیل کی اضافت سے × تیل کی کثافتِ اضافی

اِس سے ظاہر ہے کہ اگر کسی ایسے جسم کی کثافتِ اضافی مطلوب ہو تو کوئی اِس قسم کا مایع لے لو جس میں وہ حل نہ ہو سکے۔ اور دیکھو اِس مایع کی اضافت سے جسمِ مذکور کی کثافت کیا ہے۔ پھر اِس کو مایع کی کثافتِ اضافی سے ضرب دو تو جسمِ مذکور کی کثافتِ اضافی معلوم ہو جائیگی۔

ذیل میں ہم چند چیزوں کی کثافتِ اضافی بتا دیتے ہیں:-

پارا	۱۳٫۶
پانی (خالص)	۱٫۰۰
پانی (سمندر کا)	۱٫۰۲۶
پیتل	۸٫۴
تانبا	۸٫۹
تیل (زیتون کا)	۰٫۹۱۵
جست	۷٫۲
چاندی	۱۰٫۵
ریت (سفید)	۲٫۶

زاجیہ	۲٫۷
زمین	۵٫۵
سنگ مرمر	۲٫۷
سونا	۱۹٫۳
سیسا	۱۱٫۴
غُول	۰٫۷۹
قلعی	۷٫۳
کُھلیہ	۶٫۷
گندک	۲٫۰
گندک کا تیزاب	۱٫۸۴
لوہا	۷٫۲
نُقریہ	۲۱٫۵
یخ	۰٫۹۲

یہ قیمتیں اوسط درجہ کے نمونوں کے لئے ہیں۔ کسی چیز کی ترکیب اور اُس کی حالتِ طبیعی میں فرق ہوگا تو اُس کی کثافتِ اضافی میں بھی فرق آجائیگا۔ اِن قیمتوں کے دریافت کرنے میں مقابلہ کے لئے جو پانی استعمال کیا گیا ہے اُس کی تپش ۴° مئی ہے۔ اِس درجہ کی خصوصیت کیوں ہے؟ اِس سوال کا جواب ہم آگے چل کر دینگے۔

چوتھی فصل کی مشقیں

۱۔ سیسے کے ایک ٹکڑے کا وزن ہوا میں ۱۵۰ گرام ہے، پانی میں

۱۳۷ گرام، اور ایک اَور مایع میں ۱۳۸٫۵ گرام - اِس سے سیسے اور مایعِ مذکور کی کثافتِ اضافی معلوم کرو -

۲- تمہیں ایک ربڑ کی نلی اور دو شیشہ کی نلیاں دی گئی ہیں - اِن نلیوں کی مدد سے تم زیتون کے تیل اور روحِ شراب کی کثافتوں کا کس طرح مقابلہ کرو گے؟

۳- تمہیں شیشہ کا ایک مستطیل تختہ دیا گیا ہے - مساحت کے علاوہ وہ کونسا قاعدہ ہے جس سے تم اِس تختہ کا حجم، مکعب سنتی میٹروں میں معلوم کرو گے؟

۴- مفصل بیان کرو کہ کوئی مایع جو پانی کے ساتھ مخلوط نہیں ہوتا، لانما نلی سے اُس کی کثافتِ اضافی کس طرح معلوم کی جائیگی؟

۵- کثافتِ اضافی سے کیا مراد ہے؟ کسی جسم کی کثافتِ اضافی ۵ ہے، اور ہوا میں اُس کا وزن ۲۰ گرام - پانی میں اِس جسم کا وزن کیا ہوگا؟

۶- ایک بوتل کا وزن ۲ اونس ہے - اُس میں $3\frac{1}{2}$ اونس چھرّے ڈال دیئے جائیں تو وہ پانی میں عین تیرنے کے موقع پر رہتی ہے - اگر ۳ اونس چھرّے ڈالو تو تیل میں، اور $3\frac{3}{4}$ اونس ڈالو تو نمکین پانی میں، اُس کی یہی کیفیت ہوتی ہے - اِن مقدمات سے تیل اور نمکین پانی کی کثافتِ اضافی معلوم کرو -

۷- ایک پتھر کا وزن ہوا میں ایک ہزار گرام ہے - اِس پتھر کو تاگے میں باندھ کر پانی میں ڈبو دیا، پھر اُس کو اٹھانے کی کوشش کی تو بجائے، جزوً پانی سے باہر آ جانے پر تاگا ٹوٹ گیا - بتاؤ اِس کی کیا وجہ ہے؟

وہی پتھر سارے کا سارا پانی میں لٹک رہا ہو اور اُس کے ساتھ ۱۵۰ گرام زائد وزن لٹکا دیا جائے تو تاگا عین ٹوٹ جانے کی حد پر پہنچ جاتا ہے۔ بتاؤ پہلی صورت میں جب تاگا ٹوٹا تو پتھر کا کتنا حجم پانی سے باہر تھا؟

۸- شیشہ کی ایک مجوّف ڈاٹ کو جس کی کثافت ۲٫۶ گرام فی مکعب سمر ہے، ہوا میں تولا تو اُس کا وزن ۲۳٫۴ گرام نکلا- اور پانی میں لٹکا کر تولا تو اُس کا وزن ۲٫۹ گرام رہ گیا- بتاؤ ڈاٹ کے جوف کا حجم کیا ہے؟

۹- یخ کی کثافتِ اضافی ۰٫۹۱۸ ہے اور سمندر کے پانی کی کثافتِ اضافی ۱٫۰۳- سمندر میں یخ کا ایک تودہ اِس طرح تیر رہا ہے کہ ۷۰۰ مکعب گز پانی سے اُوپر نکلا ہُوا ہے- بتاؤ اِس تودہ کا کُل حجم کیا ہے؟

۱۰- کثافتِ اضافی کی بوتل میں پانی بھر کر تولا تو بوتل کا وزن ۴۷٫۳۹ گرام نکلا- پھر اُس میں ۸٫۵ گرام لوہے کی کیلیں ڈالیں اور اِس صورت میں اُس میں پانی بھر کر تولا تو بوتل اور اُس کے مافیہا کا وزن ۵۱٫۲۱ گرام ہُوا- اِس سے لوہے کی کثافتِ اضافی معلوم کرو-

۱۱- نکلسن کے مائع پیما کو گردن کے نشان تک پانی میں ڈبو دینے کے لئے اُوپر کے پلڑے میں ۶۰٫۳ گرام وزن ڈالنا پڑتا ہے- اِسی نشان تک غَول میں ڈبونا ہو تو ۶٫۸ گرام وزن درکار ہے- مائع پیما کا اپنا وزن ۲۰۰ گرام ہے- بتاؤ غَول کی کثافتِ اضافی کیا ہے؟

۱۲- ۱ مکعب سمر سیسے کو ۲۱ مکعب سمر لکڑی کے ساتھ جوڑ دیا گیا ہے- سیسے کی کثافتِ اضافی ۱۱٫۴ ہے اور لکڑی کی کثافتِ اضافی ۰٫۵- بتاؤ یہ مجموعہ پانی میں تیرتا رہیگا یا ڈوب جائیگا؟

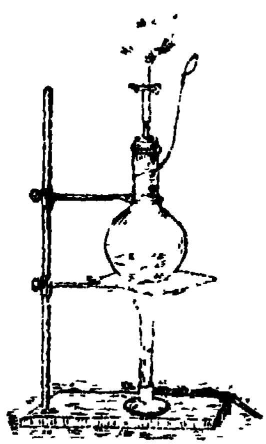
پانچویں فصل

کرۂ ہوائی کا دباؤ اور کلیۂ بائل

زمین کے گرداگرد خشکی اور سمندر کے اُوپر ہر جگہ گیسوں کا ایک غلاف سا محیط ہے جو بلندی میں دُور تک پھیلتا چلا گیا ہے۔ اِس کو کرۂ ہوائی یا مختصر طور پر ہوا کہتے ہیں۔ مایعات اور گیسوں میں بڑا فرق یہ ہے کہ گیسوں کی بہت بڑی مقدار کو بھینچ کر تھوڑی سی جگہ میں لا سکتے ہیں۔ مایعات میں یہ بات نہیں۔ ہوا بھی چونکہ گیسوں ہی کا مجموعہ ہے اِس لئے اِس میں بھی اِس خاصیت کا پایا جانا ضروری ہے۔ جس طرح دوسرے مادی اجسام پر زمین کی قوتِ جاذبہ کا اثر ہوتا ہے اُسی طرح ہوا کے ذرات بھی مرکزِ زمین کی طرف کھنچے رہتے ہیں جس کا نتیجہ یہ ہے کہ ہوا کا وجود بھی وزن سے خالی نہیں۔ زمین کی سطح کے قریب عام طور پر یہ حال ہے کہ بارہ مکعب فٹ ہوا کا وزن ایک پونڈ کے قریب ہے۔ کرۂ ہوائی چونکہ تمام زمین کو گھیرے ہوئے ہے اور اس کی سطح کے اُوپر اچھی خاصی بلندی تک پھیلتا چلا گیا ہے اِس لئے ضرور ہے کہ اُوپر کے طبقوں کا بوجھ نیچے کے طبقوں پر پڑے اور دبا کر اُن کو زیادہ کثیف بنا دے۔ یہی وجہ ہے کہ روئے زمین کے قریب، ہوا کی کثافت زیادہ ہے۔ پھر جوں جوں اُوپر اُٹھتے جاؤ

ہوا لطیف ہوتی جاتی ہے۔ پہلے سطح سمندر کے قریب، پھر کسی بلند پہاڑ کی چوٹی پر، ہوا کی کیفیت دیکھو تو معلوم ہو جائیگا کہ پہاڑ کی چوٹی پر اُس کی کثافت یا کمیت فی اکائی حجم بہت کچھ گھٹ جاتی ہے۔

تجربہ ۵۹ —— **ہوا کا وزن** - شیشہ کی ایک بڑی سی صراحی لے کر اُس کے مُنہ میں ربڑ کی ڈاٹ لگا دو جس میں ایک سوراخ ہو۔ اِس سوراخ میں ایک چھوٹی سی شیشہ کی نلی داخل کرو اور اِس نلی کے ساتھ ایک ربڑ کی نلی لگا دو۔ اب صراحی کے اندر تھوڑا سا پانی ڈال کر جوش دو۔ چند دقیقوں کے بعد صراحی بھاپ سے بھر جائیگی اور ہوا سب باہر نکل جائیگی۔ جب یقین ہو جائے کہ اب صراحی کے اندر بھاپ ہی بھاپ ہے تو ربڑ کی نلی چُٹکی سے بند کردو اور صراحی کو ٹھنڈا ہونے کے لئے ایک طرف رکھ دو۔ صراحی ٹھنڈی ہو جائے تو ترازو پر رکھ کر اُس کا وزن کرو اور اِسی حالت میں چُٹکی کھول دو۔ ہوا سائیں سائیں کرتی ہوئی صراحی کے اندر داخل ہوگی اور ترازو صاف اِس بات کا پتہ دیگی کہ اِدھر کا پلڑا جُھکتا جاتا ہے۔ صراحی کو نہایت احتیاط سے تول لو۔ جس قدر زائد وزن دوسرے پلڑے میں ڈالنا پڑیگا وہ صراحی کے اندر کی ہوا کا وزن ہوگا



شکل ۵۸

اب صراحی کے اندر جو تھوڑا سا پانی ہے اُس کو ناپ کر دیکھو کہ اُس کا حجم کیا ہے - پھر صرف ڈاٹ کے لئے گنجائش چھوڑ کر باقی صراحی پانی سے بھر لو- اور ناپ کر اِس پانی کا حجم دریافت کرو- پانی کے دونوں حجموں کا فرق اُس ہوا کا حجم ہوگا جو صراحی میں داخل ہوئی تھی - اِس کا وزن پہلے معلوم ہو چکا ہے-اب حساب لگاکر دیکھو کہ ایک لیتر ہوا کا وزن کیا ہے-

کرۂ ہوائی کا دباؤ ——— تمام سیال چیزوں کا خاصہ ہے کہ اُن کے وجود سے ہر سمت میں دباؤ پہنچتا ہے- اِس لئے ہوا کی بھی یہی خاصیت ہونی چاہیئے- آگے چل کر ہم بتائینگے کہ یہ دباؤ کس طرح دریافت کیا جاتا ہے تو تم دیکھو گے کہ سمندر کی سطح پر کرۂ ہوائی کا دباؤ بالاوسط پندرہ پونڈ فی مربع اِنچ یا ہزار گرام فی مربع سمر ہے- یہ دباؤ اُن تمام چیزوں پر پڑتا ہے جو کرۂ ہوائی کے اندر واقع ہیں یا اُس کے ساتھ مَس کرتی ہیں- اور ہر سمت میں برابر اثر کرتا ہے چنانچہ دائیں بائیں، آگے پیچھے، نیچے اُوپر، غرض ہر طرف سے ہمارے وجود پر اِس کا اثر ہے یہاں تک کہ ہمارے جسموں کے اندرونی حصے بھی اِس اثر سے خالی نہیں- اور اگر سچ پوچھو تو یہ دباؤ کی اِسی ہمہ گیری کی خوبی ہے کہ ہم چین کی زندگی بسر کر رہے ہیں- ذرا اُوپر کے دباؤ پر تو غور کرو- ایک مربع اِنچ سطح پر پندرہ پونڈ یا ساڑھے سات سیر کا بوجھ ہے- دوسری سمتوں کے دباؤ سے اِس دباؤ کا مقابلہ نہ ہوتا تو روئے زمین پر زندہ رہنا ایک مصیبت کا سامنا ہو جاتا- لیکن موجودہ حالت میں ہم نہایت چین اور اطمینان سے رہتے ہیں-

ہاں اگر کبھی عارضی طور پر کرۂ ہوائی کے دباؤ میں ذرا زیادہ کمی بیشی ہو جاتی ہے تو اُس وقت البتہ کسی قدر تکلیف معلوم ہوتی ہے ۔ مثلاً گرمی کے موسم میں، آندھی آنے والی ہو تو ہوا معمول سے زیادہ لطیف ہوجاتی ہے جس سے ہمارے اِردگرد کی ہوا کا دباؤ ہمارے جسموں کے اندر کی ہوا کے مقابلہ میں کم ہوجاتا ہے ۔ اور ہمارا دم گھٹنے لگتا ہے

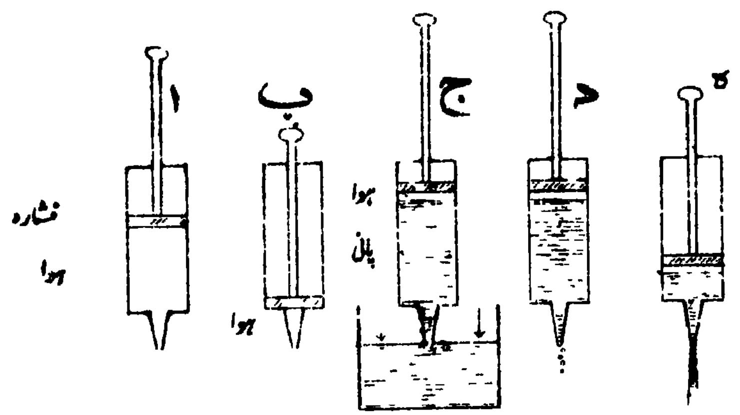
تجربہ ۶۰ —— کرۂ ہوائی کے دباؤ کا اثر

ایک پتلے شیشہ کی صراحی لو جس کا پیندا چپٹا ہو ۔ اُس کے مُنہ میں ربڑ کی ڈاٹ لگا دو ۔ جس میں ایک سوراخ ہو ۔ اِس سوراخ میں شیشہ کی ایک چھوٹی سی نلی لگاؤ اور اِس پہ ربڑ کی نلی چڑھا دو ۔ پھر صراحی میں تھوڑا سا پانی ڈال کر کھولاؤ جب صراحی کے اندر بھاپ بھرجائے تو ربڑ کی نلی فوراً چٹکی سے بند کردو ۔ اِس وقت صراحی کے اُوپر کرۂ ہوائی کا دباؤ ہے اور اُس کے اندر بھاپ کا دباؤ ۔ صراحی کو اُلٹ کر اُس کے پیندے پر ٹھنڈا پانی ڈالو اور اِس کا نتیجہ دیکھو ۔ ٹھنڈے پانی کے اثر سے صراحی کی مقید بھاپ ٹھنڈی ہوکر پانی بن جائیگی ۔ اور صراحی ٹوٹ کر ٹکڑے ٹکڑے ہوجائیگی ۔

اِس واقعہ کی توجیہ یہ ہے کہ صراحی ٹھنڈی ہوتی ہے تو اِس کے ساتھ بھاپ بھی ٹھنڈی ہوکر پانی کی شکل اختیار کرلیتی ہے ۔ اِس صورت میں اُس کے سمانے کے لئے بہت تھوڑی سی فضا درکار ہے ۔ نتیجہ اِس کا یہ ہے کہ صراحی کے اندر بھاپ کا دباؤ باقی نہیں رہتا ۔ اور اُس کے باہر کی طرف ہوا کا دباؤ بدستور موجود ہے ۔ اِس لئے صراحی کی دیواریں اندر کی طرف دبتی ہیں ۔ اور جب اِس دباؤ کے مقابلہ کی تاب نہیں رہتی تو صراحی پاش پاش ہوجاتی ہے ۔

تجربہ ۶۱ ——— پچکاری کا عمل - پچکاری کا منہ

پیالے میں پانی کے اندر رکھ دو۔ اور اُس کے فشارہ کو باہر کی طرف کھینچو۔ فشارہ کے پیچھے پیچھے پانی پچکاری کی نلی میں داخل ہوتا جائیگا۔ فشارہ اُوپر اٹھتا ہے تو اُوپر کی ہوا کو اپنے ساتھ لیتا جاتا ہے۔ جس کا



شکل ۵۵ ـــ پچکاری کا عمل

نتیجہ یہ ہے کہ اُس کے پیچھے نلی میں ہوا کی بہت کم مقدار رہ جاتی ہے اِس لئے نلی میں ہوا کا دباؤ بھی کم ہو جاتا ہے۔ لیکن پیالے میں جو پانی ہے اُس کی سطح پر ہوا کے دباؤ میں کوئی فرق نہیں آیا - یہ دباؤ پانی کی سطح پر پڑتا ہے اور اِس سے پانی کا سارا وجود متاثر ہوتا ہے۔ نلی کے اندر کا دباؤ اِس کے مقابلہ کے لئے کافی نہیں۔ اِس لئے پیالے کا پانی نلی میں داخل ہو جاتا ہے۔

تجربہ ۶۲ ـــــــ ہوا کا دباؤ اُوپر کی طرف کو۔

ایک شیشہ کا گلاس لو جس کے کنارے پتلے اور گول ہوں۔ اُسے پانی سے لبالب بھر دو۔ پھر اُس کے مُنہ پر لکھنے کا ایک معمولی کاغذ اِس طرح رکھو کہ اُس کے کناروں کے ساتھ چپک جائے اور اُس کے اندر ہوا باقی نہ رہے۔ اب گلاس کو اُلٹ دو۔ دیکھو کاغذ پانی کو گرنے نہیں دیتا۔ کیا کاغذ بذاتِ خود اِس پانی کو روکے ہوئے ہے؟ نہیں۔ یہ ہو نہیں سکتا۔ کاغذ ایک کمزور سی چیز ہے اور اِتنے پانی کا دباؤ سہارنے کے قابل نہیں۔ واقعہ یہ ہے کہ کُرۂ ہوائی کا دباؤ کاغذ کو اُوپر کی طرف دباتا ہے۔ یہ دباؤ پانی کے وزن سے زیادہ ہے۔ اِس لئے کاغذ اپنی جگہ پر قائم رہتا ہے۔ اب کاغذ میں ایک ذرا سا سوراخ کر دو اور اِس کا نتیجہ دیکھو۔ ہوا کا دباؤ اب اندر کی طرف بھی پہنچ جائیگا اور کاغذ فوراً گلاس کے مُنہ سے گر پڑیگا۔



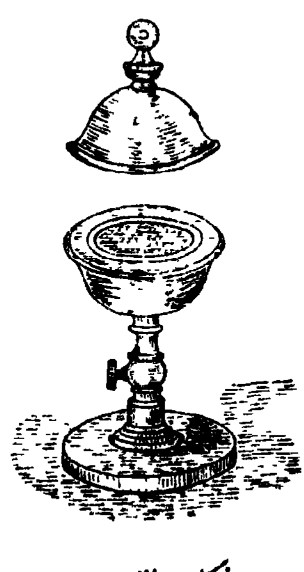
شکل ۹۶ ـ کرۂ ہوائی کے دباؤ کا اثر

ہوا کا دباؤ ہر سمت میں ـــــــ مایعات کی طرح گیسوں کے وجود سے بھی ہر طرف دباؤ پہنچتا ہے اور جس طرح مایعات کے اندر ہر نقطہ پر ہر طرف سے دباؤ پڑتا ہے اُسی طرح گیسوں کے اندر بھی ہر نقطہ پر یہی حال ہوتا ہے۔ اِس مسئلہ کو ہم ذیل کے تجربوں سے ثابت کرینگے:ـــ

تجربہ ۶۳ ـــــــ ایک چھوٹا سا شیشہ کا قیف لو جس کی نلی لمبی ہو۔ اِس قیف کے مُنہ پر ایک پتلا سا ربڑ کا ٹکڑا کس کر باندھ دو۔

ربڑ کے ٹکڑے پر چونکہ دونوں طرف سے مساوی دباؤ پڑ رہا ہے اِس لئے قیف کے مُنہ پر وہ سطحِ مستوی میں رہیگا۔ اب قیف کی نلی مُنہ میں لے کر اُس کے اندر کی ہوا چُوس لو۔ پھر نلی کا مُنہ انگشتِ شہادت سے بند کرکے دیکھو کہ اب ربڑ کا کیا حال ہے۔ ربڑ اندر کو دب گیا ہے۔ اِس کی وجہ یہ ہے کہ قیف اور نلی کے اندر اب دباؤ کم ہے اور باہر کی طرف زیادہ۔ دباؤ کی اِس زیادتی نے ربڑ کو اندر کی طرف دبا دیا ہے۔ قیف کا مُنہ جدھر چاہو کردو۔ ربڑ کا ٹکڑا جو اندر کو دب گیا ہے اُس میں کچھ فرق نہ آئیگا۔ نلی کے مُنہ سے اُنگلی ہٹا لوگے تو ہوا پھر اُس کے اندر داخل ہو جائیگی اور ربڑ اپنی اصلی حالت پر آجائیگا۔ اِس مسئلہ کی مزید توضیح کے لئے ذیل کے تجربہ پر غور کرو۔

تجربہ ۹۴ ——— دو پیتل کے مضبوط نصف کُرے لو جو اندر سے کھوکھلے ہوں۔ اِن میں سے ایک کے ساتھ باہر کی طرف پیتل کی ایک سوراخدار نلی ہونی چاہیئے جو ہوا پمپ کے قُرص پر کَسی جا سکے۔ اِس نلی میں ایک پیچ ہونا چاہیئے جسے ایک طرف گھماویں تو نلی کا رستہ کھل جائے اور دُوسری طرف گھما دینے سے بند ہوجائے۔ علاوہ بریں یہ شرط بھی ضروری ہے کہ ایک نصف کُرہ کا کنارہ دُوسرے نصف کُرہ کے کنارے پر خوب کس کر چڑھ جائے تاکہ ہوا کی آمد و رفت کا سلسلہ بند ہو جائے۔



شکل ۹۱

اِن نصف کُروں کو ایک دوسرے پر چڑھا دو اور دستوں کو پکڑ کر باہر کی طرف کھینچو۔ دیکھو کس آسانی کے ساتھ دونوں ایک دُوسرے سے جُدا ہو جاتے ہیں۔ اب ہوا پمپ کے قُرص پر چڑھا کر اِن کے اندر کی ہوا خارج کرو۔ جب ہوا کی کافی مقدار خارج ہو جائے تو پیچ گھُما کر نلی کا رستہ بند کر دو۔ پھر اِن کُروں کو ہوا پمپ سے الگ کرو اور زور لگا کر دیکھو۔ اب اِنہیں ایک دوسرے سے جدا کرنا سخت مشکل ہے۔ اِس کی وجہ یہ ہے کہ نصف کُروں کے اندر اِس حالت میں ہوا کا دباؤ بہت کم ہے اور باہر کے دباؤ کا مقابلہ کرنے کے لئے کافی نہیں۔ اِن کو نیچے، اُوپر، دائیں، بائیں، جہاں جی چاہے رکھ کر دیکھ لو۔ اِس کیفیت میں کچھ فرق نہ آئیگا۔ اِس سے ثابت ہے کہ ہوا دباؤ رکھتی ہے اور یہ دباؤ ہر طرف برابر اثر کرتا ہے۔

تم نے طبیبوں کو بیمار کے جسم پر سینگی یا کوزہ لگاتے دیکھا ہوگا۔ یہ لوگ مٹی کا ایک چھوٹا سا کوزہ یا پتلے کناروں کا ایک چھوٹا سا شیشہ کا گلاس لیتے ہیں۔ اُس کے اندر ذرا سی رُوئی تیل سے بھگو کر، یا ذرا سی شراب رکھ دیتے ہیں اور اُس میں آگ لگا دیتے ہیں۔ جب دیکھتے ہیں کہ شعلہ کی گرمی سے ہوا کا بہت سا حصہ کوزہ سے باہر نکل گیا ہے تو اُس کو اُلٹ کر فوراً بیمار کے جسم پر اِس طرح لگا دیتے ہیں کہ باہر کی ہوا اُس کے اندر داخل نہ ہونے پائے۔ جب شعلہ کو ہوا نہیں ملتی تو ایک آنِ واحد میں بُجھ جاتا ہے اور جسم کے جلنے کا خوف نہیں رہتا۔ تھوڑی سی ہوا جو کوزہ کے اندر رہ جاتی ہے ذرا سی دیر میں ٹھنڈی ہو جاتی ہے اور اُس کا دباؤ اِس قابل نہیں رہتا کہ باہر کی ہوا کے دباؤ کا مقابلہ کر سکے۔ اِس لئے

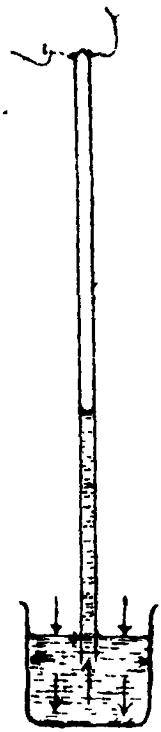
باہر کے دباؤ کے اثر سے بیمار کے بدن کا گوشت کوزہ کے اندر گھس جاتا ہے۔

تم دیکھ چکے ہو کہ ہوا بھی وزن رکھتی ہے۔ اس کا نتیجہ یہ ہے کہ ہوا کے وجود سے زمین کی سطح پر دباؤ پڑتا ہے۔ اب یہ دیکھنا چاہیئے کہ اس دباؤ کو ہم کس طرح ناپ سکتے ہیں۔ جس آلہ سے ہوا کا دباؤ ناپنے میں کام لیا جاتا ہے اُسے **بارپیما** کہتے ہیں۔

تجربہ ۶۵ ——— ایک تنگ سوراخ کی، تقریباً دو فٹ لمبی، شیشہ کی نلی لو جو دونوں طرف سے کھلی ہو۔ اس نلی کا ایک سرا کسی برتن میں پانی کے اندر رکھ دو اور دوسرا سرا منہ میں لے کر نلی کی ہوا چوس لو۔ پانی نلی میں چڑھنے لگیگا۔ کرۂ ہوائی کا دباؤ پانی کی سطح پر پڑتا ہے اور اس دباؤ کا اثر پانی کے اندر ہر نقطہ پر اور ہر سمت میں پہنچتا ہے۔ چونکہ ہوا کے خارج ہوجانے سے نلی کے اندر دباؤ کم ہوگیا ہے اس لئے پانی نلی میں گھس جاتا ہے اور یہاں تک بلند ہوجاتا ہے کہ اُس کے اُس اُستوانہ کا وزن جو نلی میں برتن کے پانی کی سطح سے اوپر اُٹھا ہوا ہے نلی کی باقی ماندہ ہوا کے دباؤ کے ساتھ مل کر کرۂ ہوائی کے دباؤ کا مقابلہ کرسکے۔ شکل ۹۲ میں یہ کیفیت تیروں کی تصویر سے دکھائی گئی ہے۔

نلی کے اندر سے تمام ہوا چوس لی جائے تو پانی اس کی چوٹی تک چڑھ جائیگا۔ تم نے بچوں کو اکثر دیکھا ہوگا کہ گیہوں وغیرہ کے پودے کا ایک سوراخدار تنکا لے کر اُس کا ایک سرا پانی میں رکھ دیتے ہیں اور دوسرے سرے پر منہ رکھ کر سوراخ کے رستے پانی پیتے ہیں۔ ان تنکوں میں جو پانی اُوپر چڑھ جاتا ہے تو وہ بھی اِسی اصول کا نتیجہ ہے۔

شیشہ کی نلی جو اِس تجربہ میں ہم نے استعمال کی ہے اُس کی لمبائی دوفٹ کے قریب ہے۔ اب سوال یہ ہے کہ آیا اِسی بلندی پر حصر کرلینا چاہیئے یا جہاں تک چاہو پانی نلی میں چڑھتا چلا جائیگا۔ آگے چل کر تمہیں معلوم ہوگا کہ چونتیس فٹ کی بلندی آخری سرحد ہے۔ کرۂ ہوائی کے دباؤ سے پانی اِس بلندی سے اوپر نہیں اُٹھ سکتا۔ پانی کے چونتیس فٹ بلند اُستوانہ کا وزن اِتنا ہوجاتا ہے کہ کرۂ ہوائی کے دباؤ کا بخوبی مقابلہ کرسکتا ہے۔ اِس سے تم سمجھ سکتے ہو کہ کوئی مائع اپنے مساوی الحجم پانی سے ہلکا ہوگا تو وہ زیادہ بلندی تک اُٹھ سکیگا۔ اور اگر اپنے مساوی الحجم



شکل ۹۲

پانی سے بھاری ہوگا تو نلی میں اُس کی بلندی پانی کی بلندی سے کم رہیگی۔ یا یوں کہو کہ نلی میں مختلف مائعات کی بلندی اور اُن کی کثافتوں میں تناسبِ معکوس ہوگا۔ مثلاً پارے اور پانی کا مقابلہ کیا جائے تو چونکہ پارے کی کثافت پانی کی کثافت سے ۱۳٫۶ گُنا ہے اِس لئے

پارے کی بلندی : پانی کی بلندی : : پانی کی کثافت : پارے کی کثافت

پارے کی بلندی : ۳۴ فٹ : : ۱ : ۱۳٫۶

یا . $\frac{\text{پارے کی بلندی}}{\text{۳۴ فٹ}} = \frac{1}{13.6}$

لہٰذا پارے کی بلندی = $\frac{۳۴}{۱۳٫۶}$ فٹ

بارپیما کی ساخت ——— یہ آلہ اسی اصول پر بنایا گیا ہے جو ہم نے اوپر بیان کیا ہے۔ تقریباً بتیس انچ طول کی ایک شیشہ کی نلی لو جو ایک طرف سے بند ہو اور اس کے سوراخ کی تراشِ عمودی کا رقبہ ہر جگہ برابر ہو۔ اِس نلی کے کھلے منہ پر ایک ربڑ کی نلی چڑھا دو اور ربڑ کی نلی کے دوسرے منہ میں، دونوں طرف سے کھلی ہوئی تقریباً چھ انچ لمبی شیشہ کی نلی لگا دو۔ اب نلی کا بند سرا نیچے کی طرف رکھ کر اس میں اتنا پارا ڈالو کہ چھوٹی نلی تک پہنچ جائے۔ اِس بات کی احتیاط رکھو کہ نلی کے اندر ہوا کا کوئی بُلبلہ نہ رہنے پائے۔ پارا بھرتے وقت نلی کو ترچھا رکھنا چاہیئے۔ ورنہ گرتے ہوئے پارے کے صدمہ سے نلی کا پیندا ٹوٹ جائیگا۔ جب یہ کام ختم ہو جائے تو نلی کو کسی سہارے کے ساتھ اِس طرح کھڑا کر دو جیسا شکل ۶۳ میں دکھایا گیا ہے۔



شکل ۶۳ - بارپیما کے اصول کی توضیح

نلی کو کھڑا کر دوگے تو پارا نلی کے بند سرے سے چند انچ نیچے اُتر آئیگا۔ اِس وقت لمبی نلی

میں جو پارے کا اُستوانہ کھڑا ہے اُس کی چوٹی سے لے کر اُس مقام تک جو چھوٹی نلی کے پارے کی سطح کے ساتھ ہموار ہے تقریباً تیس انچ کا فاصلہ ہو گا۔

بار پیما میں پارے کے اُوپر جو خلا رہ جاتا ہے اُسے خلائے طاریسلی کہتے ہیں۔ اِس کی وجہِ تسمیہ یہ ہے کہ یہ آلہ پہلے پہل اطالیہ کے طاریسلی نامی ایک عالم نے تیار کیا تھا۔

ذرا شکل ۱۴۳ پر غور کرو اور دیکھو پارے کے اِتنے لمبے اُستوانہ کو کس چیز نے اُٹھا رکھا ہے۔ اِس میں شک نہیں کہ کہیں نہ کہیں سے اِس کو ضرور سہارا مِل رہا ہے۔ ورنہ پارا نیچے اُتر آتا اور دونوں نلیوں میں اُس کی سطح برابر ہو جاتی کیونکہ مایع ہمیشہ اپنی سطح ہموار رکھتے ہیں۔ چنانچہ بند سِرے میں سوراخ کر دو تو فوراً یہی حالت ہو جائیگی پھر بتاؤ پارے کے اُستوانہ کو یہ سہارا کہاں سے مِل رہا ہے۔ سیال چیزوں کے متعلق تم جو کچھ پڑھ چکے ہو اُس پر نگاہ ڈالو تو یہ مسئلہ صاف ہو جائیگا۔ اِس وقت دونوں نلیوں میں پارا تعادل کی حالت میں ہے چھوٹی نلی میں پارے کی سطح پر کُرۂ ہوائی کا دباؤ پڑ رہا ہے۔ اور یہ دباؤ ہوا کے اُس اُستوانہ کا بوجھ ہے جس کا قاعدہ نلی کے سوراخ کا مساوی ہے اور بلندی کُرۂ ہوائی کی انتہا تک اُٹھتی چلی گئی ہے چھوٹی نلی کے پارے کا وزن، ہوا کے اِس اُستوانہ کے وزن کے ساتھ مِل کر بڑی نلی کے پارے کے وزن کا مقابلہ کر رہا ہے۔ اِس سے ظاہر ہے کہ بڑی نلی میں جو پارے کا اُستوانہ چھوٹی نلی کے پارے کی سطح سے اُوپر اُٹھا ہُوا ہے اُس کا وزن کُرۂ ہوائی کے دباؤ کا مساوی

کسی وجہ سے کُرۂ ہوائی کا دباؤ بڑھ جائے تو اِس کا مقابلہ کرنے کے لئے بڑی نلی میں زیادہ وزن کی ضرورت ہو گی۔ اِس لئے پارا اُوپر چڑھ جائیگا۔ اور اگر کُرۂ ہوائی کا دباؤ کم ہو جائے تو بڑی نلی میں پارے کی بلندی بھی کم ہو جائیگی۔

اب یہ بات تمہاری سمجھ میں آجائیگی کہ پارا بھرتے وقت ہوا کے بُلبلوں کو احتیاط سے خارج کر دینے پر ہم نے کیوں اِس قدر زور دیا ہے۔ ہوا کا کوئی بُلبلہ نلی کے اندر رہ جائے تو نلی کو اُلٹتے وقت وہ اُوپر چڑھ کر بڑی نلی کے اُس حصہ میں پہنچ جائیگا جس میں خلا کا ہونا ضروری ہے۔ اِس حالت میں بڑی نلی کے پارے کا وزن کُرۂ ہوائی کے دباؤ کا پورا جواب نہ ہوگا۔ ہوا جو اندر رہ جائیگی اُس کا دباؤ بھی اِس کے ساتھ مِل جائیگا۔ اور پارے کی بلندی ۳۰ اِنچ سے کم ہو جائیگی۔ اِس لئے باقاعدہ بارپیما کی ساخت میں ضروری ہے کہ بڑی نلی میں پارے کی سطح کے اُوپر کامل خلا رہے۔ اِس خلا میں پارے کے بخارات کی خفیف سی مقدار ضرور ہوگی۔ لیکن اِس سے کچھ ہرج نہیں ہو سکتا۔

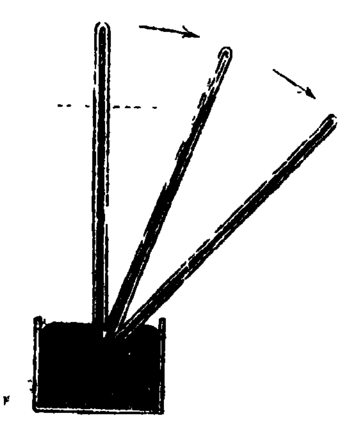
اِس ساخت کے آلہ کو بارپیما کہتے ہیں۔ اور اِس سے کُرۂ ہوائی کا دباؤ ناپنے میں کام لیتے ہیں۔

تجربہ ۶۶ ——— دباؤ کا تغیر - اوپر کی تقریر سے تمہیں معلوم ہوگیا کہ چھوٹی نلی میں پارے کی آزاد سطح پر کُرۂ ہوائی کا جو دباؤ پڑتا ہے اُس کے سہارے سے دوسری بند سرے کی نلی میں پارے کا ایک لمبا اُستوانہ کھڑا ہو جاتا ہے۔ اب چھوٹی نلی کے مُنہ پر ربڑ کی نلی چڑھا دو اور اُس کو مُنہ میں لے کر اُس کے اندر پھونک کے ذریعہ زیادہ ہوا داخل کرو اور دیکھو پارے کے

اُستوانہ پر اِس کا کیا اثر ہوتا ہے۔اِس کے بعد نلی کی ہوا چوس لو اور اِس کے نتیجہ پر غور کرو۔ اِس سے معلوم ہو جائیگا کہ چھوٹی نلی میں پارے کی آزاد سطح پر ہوا کے دباؤ میں کچھ کمی بیشی ہو تو بند نلی کے اندر پارے کے اُستوانہ پر اِس کا کیا اثر پڑتا ہے۔

کُرۂ ہوائی کے اُستوانہ کا وزن ——— ذیل کے تجربہ میں ہم بارپیما کی مدد سے کُرۂ ہوائی کا دباؤ دکھانے کی ایک اور صورت بیان کرتے ہیں :—

تجربہ ۶۷ ——— **سادہ بارپیما**۔ مضبوط شیشہ کی ایک نلی لو جو تقریباً ۳۲ اِنچ لمبی اور ایک طرف سے بند ہو۔ اِس کو خوب صاف اور خشک کر لو۔ اِس نلی کے اندر صاف اور خشک پارا بھرو اور تھوڑی سی جگہ ہوا کے لئے خالی چھوڑ دو۔ اب نلی کے مُنہ کو انگوٹھے سے بند کر لو۔ اور نلی کو آہستہ آہستہ جھکاتے جاؤ یہاں تک کہ ہوا کا بُلبلہ تمام نلی میں سے ہوتا ہؤا بند سِرے تک پہنچ جائے۔ اِس کے بعد انگوٹھے سے بند کیا ہؤا سِرا آہستہ آہستہ اُوپر اُٹھاؤ کہ ہوا کا بُلبلہ پھر اِس طرف آجائے۔ اِس طرح یہ بُلبلہ ہوا کے تمام چھوٹے چھوٹے بُلبلوں کو جو نلی کے اندر رہ گئے ہونگے اپنے ساتھ لیتا آئیگا۔ اب نلی کا باقی حصہ بھی پارے سے بھر دو۔ اور اُس کا مُنہ انگوٹھے سے خوب بند کرکے ایک پیالی میں پارے کے اندر داخل کر دو۔ جب نلی کا مُنہ پارے کے اندر بخوبی چلا جائے تو انگوٹھے کو ہٹا لو۔



شکل ۶۴ ۔ سادہ بارپیما

پیالی میں پارے کی سطح پر کُرۂ ہوائی کا جو دباؤ پڑ رہا ہے اُس کے اثر سے نلی میں پارے کا اُستوانہ کھڑا ہو جائیگا۔ جب نلی پارے میں عمودی سمت کے متوازی کھڑی ہوگی تو نلی کے اندر پارے کا جو اُستوانہ ہے اُس کی چوٹی سے لے کر پیالی کے پارے کی سطح تک تقریباً ۳۰ اِنچ یا ۷۶ سنتی میٹر کا فاصلہ ہوگا۔ نلی ایک طرف کو جُھک جائیگی تو پارا اور اُوپر چڑھ جائیگا۔ لیکن اُستوانہ کی چوٹی سے لے کر پیالی کے پارے کی سطح تک عمودی فاصلہ ہرحال میں وُہی رہیگا۔ نلی کی لمبائی ۳۰ اِنچ سے کم ہوگی تو وہ ہر حالت میں پارے سے بھری رہیگی۔ سمندر کی سطح پر کُرۂ ہوائی کے دباؤ کا اوسطاً یہ حال ہے کہ وہ پارے کے ۳۰ اِنچ لمبے اُستوانہ کو سہار لیتا ہے۔ نلی کی لمبائی خواہ کتنی ہی کیوں نہ ہو' اِس میں پارے کی بلندی پیالی کے پارے کی سطح کے اُوپر صرف ۳۰ اِنچ کے قریب ہوگی اور نلی کا باقی حصہ خالی رہیگا۔

نلی کے سوراخ کی تراشِ عمودی کا رقبہ ایک مربع سمر ہو تو ۷۶ سمر لمبائی کے اُستوانہ کا حجم ۷۶ مکعب سمر ہوگا۔ اب چونکہ پارے کی کثافتِ اضافی ۱۳٫۶ ہے اِس لئے اِس کے ایک مکعب سمر کا وزن ۱۳٫۶ گرام ہونا چاہیئے۔ بنابریں ۷۶ مکعب سمر پارے کا وزن ۱۰۳۳٫۶ گرام ہوگا۔ یہ وزن کُرۂ ہوائی کے اُس اُستوانہ کے وزن کا مقابلہ کر رہا ہے جس کا قاعدہ ایک مربع سمر اور بلندی کُرۂ ہوائی کی بلندی کے برابر ہے۔ بنابریں ہم کہہ سکتے ہیں کہ بارپیما میں پارے کی چوٹی ۷۶ سمر کی بلندی پر کھڑی ہو تو کُرۂ ہوائی کا دباؤ ۱۰۳۳٫۶ گرام

فی مربع سمر ہوتا ہے -اِن مقداروں کو اِنچوں اور پونڈوں میں منتقل کرو تو کُرۂ ہوائی کا دباؤ ۱۵ پونڈ فی مربع اِنچ نکلیگا۔

اِس تقریر سے تم سمجھ سکتے ہو کہ سطح سمندر سے اُوپر اُٹھتے جائیں تو پیالی میں پارے کی سطح پر ہوا کا جو اُستوانہ کھڑا ہے اُس کی بلندی کم ہوتی جائیگی۔ اِس کا نتیجہ یہ ہوگا کہ بارپیما کا پارا نیچے اُترتا آئیگا۔ معمولی بلندیوں کے لئے تخمینہ لگایا جائے تو ہر نوسو فٹ کی بلندی کے جواب میں بارپیما کا پارا ایک اِنچ نیچے اُترآتا ہے۔لیکن اگر بلندی بہت زیادہ ہو تو یہ قاعدہ کام نہیں دے سکتا۔ تم جانتے ہو کہ اُوپر کی طرف ہوا کی کثافت کم ہوتی جاتی ہے - اِس لئے بہت زیادہ بلندیوں پر جاکر بارپیما کی پیالی کے پارے کی سطح پر جو ہوا کا اُستوانہ کھڑا ہوگا اُس کا وزن صرف اِسی وجہ سے کم نہ ہوگا کہ اُس کا حجم کم ہے بلکہ اِس وجہ سے بھی بہت کچھ گھٹ جائیگا کہ اُس کی کثافت کم ہے۔ اِسی طرح تم اِس بات کا اندازہ کر سکتے ہو کہ پستی کی طرف جانے سے بارپیما پر کیا اثر ہوگا۔پستی کی طرف ہوا کا دباؤ بڑھتا جاتا ہے۔ اِس لئے بارپیما کی نلی میں پارے کی بلندی زیادہ ہونی چاہیئے۔

علمی کاموں میں کُرۂ ہوائی کا دباؤ اکثر محسوب کرنا پڑتا ہے اور اِس دباؤ کو ہم بارپیما کی مدد سے ناپتے ہیں۔ لیکن تم دیکھ چکے ہو کہ بارپیما کی بلندی پر سطحِ زمین کے نشیب و فراز کا بھی اثر پڑتا ہے۔ اِس لئے سطح سمندر پر اوسطاً ہوا کے دباؤ کی جو مقدار ہے اُسے اہلِ علم نے معیار قرار دے لیا ہے۔ یہ دباؤ پارے کے

ایک ایسے اُستوانہ کے وزن کا مساوی ہے جس کا قاعدہ ایک سمر ہو اور بلندی ۷۶ سمر۔ علاوہ بریں تم آگے چل کر دیکھو گے کہ حرارت سے پارا پھیل جاتا ہے۔ اِس لئے ضرور ہے کہ بار پیما پر تپش کی کمی بیشی کا بھی اثر ہو۔ پھر اِس اثر کا بھی کچھ علاج کرنا چاہیئے۔ ورنہ اِس بات کا اندازہ نہ ہو سکیگا کہ بار پیما کی نلی کے اندر پارے کے اُستوانہ کی بلندی میں جو فرق آیا ہے وہ ہوا کے دباؤ کی کمی بیشی کی وجہ سے ہے یا اُس کو محض تپش کے اُتار چڑھاؤ کا نتیجہ سمجھنا چاہیئے۔ اِس مطلب کے لئے صفر درجہ مئی کی تپش کو معیار مان لیا گیا ہے۔ جب بار پیما کو استعمال میں لاتے ہیں تو دیکھ لیتے ہیں کہ اِس وقت بار پیما کے قُرب و جوار کی ہوا کس تپش پر ہے۔ پھر اِس سے معلوم کر لیتے ہیں کہ تپش صفر ہو تو پارے کے اُستوانہ کی بلندی کیا ہونی چاہیئے۔ اِس کا قاعدہ تمہیں آگے چل کر معلوم ہو گا۔ یہاں صرف یہ بات یاد رکھو کہ بار پیما کا پارا ۷۶ سمر کی بلندی پر ہو تو اُس وقت جو ہوا کا دباؤ ہو گا اُسے **طبعی دباؤ** کہتے ہیں۔ اور صفر درجہ مئی کی تپش اِس مطلب کے لئے طبعی تپش کہلاتی ہے۔

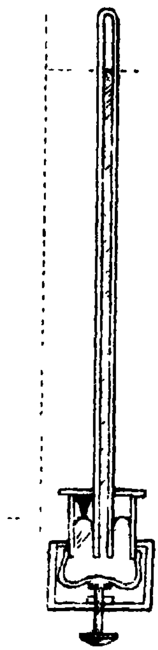
بار پیما کی مختلف شکلیں ——— سب سے زیادہ سادہ شکل کا سیمابی بار پیما وہ ہے جس کا بیان ہم نے پچھلے تجربہ میں کیا ہے۔ اِسے حوضکدار بار پیما بھی کہتے ہیں۔ اِس کے ساتھ ایک پیمانہ لگا دو جس پر اِنچوں اور اِنچ کی کسروں کے نشان ہوں تو یہی مکمل بار پیما بن جائیگا۔ ایک بات البتہ لحاظ کے قابل ہے۔

یعنی پیمانہ کا نشان صفر حوضک کے اُوپر کسی معیّن خط پر ہوگا تو آلہ کے استعمال میں دقّت پیش آئیگی۔ کیونکہ جب پارے کے اُستوانہ کی بلندی میں فرق آئیگا تو حوضک کے پارے کی سطح بھی ایک حال پر قائم نہ رہیگی۔ پھر ہم صفر درجہ کسے کہینگے۔ پیمانہ پر جو صفر لکھا ہے وہ بیکار ہو جائیگا۔ کیونکہ جب ہم اُستوانہ کی بلندی کا تخمینہ کرتے ہیں تو ہمیشہ حوضک کے پارے کی سطح سے اِس کا حساب لگاتے ہیں۔ یہ دقّت کئی طرح سے رفع ہوسکتی ہے:-

(۱) صفر کا کچھ خیال نہ کرو۔ حوضک اور نلی کے اندر پارے کی جو سطحیں ہیں اُن کا درمیانی فاصلہ ناپ لو۔ اِس سے معلوم ہوجائیگا کہ اِس وقت ہوا کا دباؤ کیا ہے۔

(۲) حوضک کا پیندا چمڑے کا بنا لو کہ دبانے سے دب جائے۔ اِس تدبیر سے حوضک کے پارے کی سطح نیچے اُوپر ہوئیگی اور پیمانہ پر جو صفر کا نشان ہے وہ بھی بیکار نہ ہونے پائیگا۔ عام طور پر جو بار پیما استعمال میں آتے ہیں اُن کے حوضک کی ساخت میں اِسی ترکیب سے کام لیا جاتا ہے۔ شکل ۶۵ پر غور کرو۔ یہ اسی قسم کے بار پیما کی تصویر ہے۔ اِس میں ج ایک پیچ ہے۔ اِسے ایک طرف گھما دو تو وہ حوضک کے پیندے کو اُوپر اُٹھا لیتا ہے جس سے حوضک کے اندر پارے کی سطح بھی اُوپر اُٹھ جاتی ہے۔ اور پیچ کو دوسری طرف گھما دو تو پیندے کے ساتھ پارے کی سطح بھی نیچے اُتر آتی ہے۔ اِس طرح پیمانہ کے مقام ا پر جو صفر کا نشان معیّن ہے حوضک کے پارے کی سطح ہم اِس کے برابر

لا سکتے ہیں۔ اور پیمانہ کو پڑھنے سے معلوم ہو جاتا ہے کہ بارپیما کی نلی میں پارے کی بلندی، جو پیمانہ دکھا رہا ہے، وہی اصلی بلندی ہے۔ حوض کا اُوپر کا حصہ شیشہ کا بناتے ہیں اور اُس میں پارے کی سطح کے اُوپر ہاتھی دانت کا ایک چھوٹا سا مخروط لگا دیتے ہیں۔ تصویر میں اِس کو د سے دکھایا گیا ہے۔ اِس مخروط کے راس کا نقطہ، پیمانہ کے صفر کا نشان دیتا ہے۔ بارپیما کا مشاہدہ کرنا ہو تو پہلے، پیچ کو اِس قدر گھما دیتے ہیں کہ مخروط کے راس کا نقطہ حوض کے پارے کی آزاد سطح سے مَس کرنے لگے۔ آلہ کو حفاظت کے لئے



شکل ۱۵۶ - بارپیما

ایک لکڑی کے غلاف کے اندر لٹکاتے ہیں جس کے سامنے کے رُخ پر شیشہ لگا رہتا ہے تاکہ آلۂ مذکور غلاف کے اندر نظر آتا رہے۔

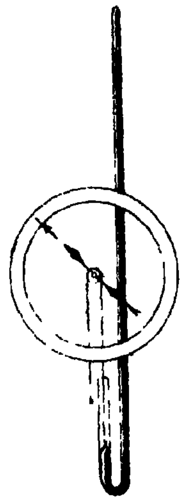
خمدار بارپیما ——— اِس میں حوض نہیں ہوتا۔ تمام آلہ کی کُل کائنات یہ ہے کہ ایک لانبا نلی ہے جس کی ایک ساق بہت لمبی رکھتے ہیں اور دُوسری چھوٹی سی۔ لمبی ساق کا سِرا بند رہتا ہے اور چھوٹی ساق کو پھیلا دیتے ہیں۔ یہی پھیلا ہوُا حصہ حوض کا کام دیتا ہے۔ اِس آلہ کو استعمال کرنے کا قاعدہ یہ ہے کہ

دونوں ساقوں میں پارے کی سطحوں کے درمیان جو فاصلہ پڑتا ہے اُسے دیکھ لیتے ہیں۔ مثلاً شکل ۶۶ میں جو اِس آلہ کی تصویر بنائی گئی ہے اُس میں بار پیما ۲۹ انچ کا دباؤ بتا رہا ہے۔



شکل ۶۶۔ خمدار بار پیما

چرخی دار بار پیما:— حقیقت میں اِسی خمدار بار پیما کی کسی قدر بدلی ہوئی صورت ہے۔ چھوٹی ساق میں پارے کی سطح پر ایک چھوٹا سا وزن تیرتا رہتا ہے۔ اِس وزن کے ساتھ تاگا باندھ دیتے ہیں جو ایک چھوٹی سی چرخی پر چڑھا رہتا ہے۔ اس تاگے کے دُوسرے سرے کے ساتھ بھی ایک وزن لٹکتا رہتا ہے۔ دباؤ کی کمی بیشی سے پارا آلہ میں بلند یا پست ہوتا ہے تو یہ وزن بھی اُس کے ساتھ ساتھ حرکت کرتا ہے۔ اِس سے چرخی حرکت کرنے لگتی ہے۔ چرخی کے محور کے ساتھ ایک نمائندہ لگا رہتا ہے۔ جب چرخی گھومتی ہے تو نمائندہ بھی اُس کے ساتھ حرکت کرتا ہے۔ نمائندہ کی حرکت کو تمیز کرنے کے لئے آلہ کے ساتھ ایک دائرہ لگا دیتے ہیں جس پر یہ لکھا رہتا ہے کہ نمائندہ دائرہ کے اِس مقام پر آئیگا تو موسم



شکل ۱۴۶ - چرخی دار بارپیما

کی یہ حالت ہوگی اور اُس مقام پر جائیگا تو وہ حالت ہوگی - اِس دائرہ پر باقاعدہ پیمانہ کے درجے لگا لئے جائیں تو اِس سے یہ بھی معلوم ہوسکتا ہے کہ مشاہدہ کے وقت ہوا کا واقعی دباؤ کیا ہے۔

بارپیما میں پارے کے استعمال کے لئے وجوہِ ترجیح۔

بارپیما میں، عموماً پارا استعمال کرتے ہیں اور اِسے باقی تمام مایعات پر ترجیح دیتے ہیں۔اِس کی کئی وجہیں ہیں - پارا تمام مایعات میں سب سے زیادہ کثیف ہے۔ اِس لئے اِس کا اُستوانہ ہوا کے دباؤ سے بہت دُور تک اُٹھنے نہیں پاتا اور آلہ کا رکھنا اور استعمال کرنا آسان ہوجاتا ہے۔پارے کی جگہ پانی استعمال کیا جائے تو اِس کے لئے بہت لمبی نلی درکار ہوگی۔کیونکہ پانی کی کثافت پارے کی کثافت سے ۱۳٫۶ گنا کم ہے۔ اور ہوا کے دباؤ سے بارپیما کی نلی میں پارے کا ۳۰ اِنچ اُونچا اُستوانہ کھڑا ہوجاتا ہے۔اِس لئے اگر پارے کی بجائے پانی ہوگا تو اُس کے اُستوانہ کی بلندی

۳۰ × ۱۳٫۶ = ۴۰۸ اِنچ

= ۳۴ فٹ ہوگی

اور اِتنی لمبی نلی سے کام لینا سہل نہیں۔ علاوہ بریں پارا نلی کے

اندر بخوبی نظر آتا رہتا ہے۔ اور مشاہدہ میں کوئی دقت پیش نہیں آتی - پارے کی ایک خوبی یہ بھی ہے کہ وہ نلی کو بھگوتا نہیں۔ اس کی جگہ پانی یا کوئی اور نلی کو بھگو دینے والا مایع ہو تو ہوا کے دباؤ کی کمی سے جب اُس کا اُستوانہ نیچے اُتریگا تو نلی کو بھگوتا ہوا آئیگا اور آلہ کا مشاہدہ مشکل ہو جائیگا۔ نلی کے بھیگے ہوئے حصہ سے مایع آہستہ آہستہ نیچے آتا رہیگا - اور اُس کے اُستوانہ کی سطح ایک حال پر قائم نہ رہیگی۔ علاوہ بریں دُوسرے مایع حوضک سے بخارات بن کر اُڑتے رہتے ہیں - پارے میں یہ نقص بہت کم ہے۔

پارے کا ایک نقص البتہ قابل لحاظ ہے۔ بارپیما میں اِس کے اُستوانہ کی بلندی کم رہتی ہے - اِس لئے دباؤ کے خفیف خفیف سے تغیرات کا معلوم کرنا مشکل ہوجاتا ہے۔ ہوا کے دباؤ میں کوئی خفیف سا تغیر ہوتا ہے تو پارے کے اُستوانہ کی بلندی پر اِس کا اِتنا خفیف اثر پڑتا ہے کہ محسوس نہیں ہو سکتا۔ اِس لئے بارپیما میں پارے کی بجائے کبھی کبھی گلسرین استعمال کرتے ہیں۔ اِس کا اُستوانہ تقریباً ۲۷ فٹ کی بلندی تک کھڑا ہو جاتا ہے - اِس لئے اگر ہوا کے دباؤ میں ذراسی کمی بیشی بھی ہوتی ہے تو گلسرین کے اُستوانہ پر اُس کا اِتنا اثر پڑتا ہے کہ آسانی سے محسوس ہوسکتا ہے۔

کلیۂ بائل

گیسوں کے دباؤ اور حجم کا تعلق ——— تم دیکھ چکے ہو کہ کرۂ ہوائی کی کثافت بدلتی رہتی ہے۔ یہ کثافت کیوں بدلتی ہے؟

اور کس طرح بدلتی ہے؟ اِن باتوں کو سمجھنے کے لئے گیسوں کے دباؤ اور حجم کا تعلق معلوم کرنا چاہیئے - اِس تعلق کی توضیح کے لئے ہم ذیل کی شکل کا آلہ استعمال کرینگے - اِس آلہ میں پارے کی مقدار کو کم و بیش کرکے بند مکان کے اندر گھری ہوئی ہوا کے وجود پر دباؤ کم و بیش کیا جا سکتا ہے۔

شکل پر غور کرو - اِس میں دو شیشہ کی نلیاں ہیں جو ایک عمودی ٹیکن کے سہارے کھڑی ہیں۔ یہ نلیاں لکڑی کے دو چھوٹے چھوٹے گندوں پر اِس طرح لگا دی گئی ہیں کہ گندوں کو نیچے یا اُوپر سرکا کر اُن کی بلندی کم و بیش کی جا سکتی ہے - اِن نلیوں کے نیچے والے سرے ربڑ کی مضبوط نلی سے ایک دوسرے کے ساتھ مِلا دئے گئے ہیں - نلی ب کا اُوپر والا سرا کُھلا اور نلی ا کا اُوپر والا سرا بند ہے۔ مستقل طور پر بند ہونے کی بجائے اِس سرے پر ایک سوراخدار ڈاٹ ہو تو زیادہ موزون ہے - ڈاٹ کو ایک طرف گھما دینے سے نلی کا مُنہ بند ہو جائیگا اور دوسری طرف گھما دوگے تو اُس کا مُنہ کُھل جائیگا۔



شکل ۵۸ - کلیۂ بائل ثابت کرنے کا آلہ

آلہ کو استعمال کرنے سے پہلے اِس کے اجزاء کو یوں ترتیب دیتے ہیں کہ اگر پارے کے اُستوانہ کی بلندی دونوں نلیوں میں برابر ہو تو بند نلی کا نصف حصہ خشک ہوا سے بھرا رہے۔ اِس حال میں نلی کے اندر بند ہوا پر جو دباؤ ہوگا وہ کُرۂ ہوائی کے دباؤ کے برابر ہوگا۔ اور کُرۂ ہوائی کا دباؤ تجربہ کے وقت بارپیما سے معلوم ہو سکتا ہے۔ بند مُنہ کی نلی درجہ دار ہو تو بند ہوا کا حجم ہم فوراً دریافت کر سکتے ہیں۔ نیکن کے ساتھ جو پیمانہ لگا ہے اُس سے دیکھ لو کہ اِس نلی میں پارے کی بلندی کیا ہے۔ پھر ہوا کا حجم معلوم کر لینا کچھ دشوار نہ ہوگا۔

حجم اور دباؤ معلوم ہو جائے تو کُھلے مُنہ کی نلی کو اُوپر کی طرف اُٹھا دو، یہاں تک کہ اس نلی میں پارے کی سطح دُوسری نلی کے پارے کی سطح سے چند سنتی میتر اُوپر اُٹھ جائے۔ اب اس بند ہوا پر جو دباؤ پڑ رہا ہے وہ دو چیزوں کا مجموعہ ہے۔ ایک کُرۂ ہوائی کا دباؤ دُوسرے پارے کے اِس قدر اُستوانہ کا دباؤ جو کُھلے مُنہ کی نلی میں دُوسری نلی کے پارے کی سطح سے اُوپر اُٹھا ہُوا ہے۔ دباؤ کے بڑھ جانے سے اِس بند ہوا کا حجم کم ہو جائیگا۔ اِسی طرح کُھلے مُنہ کی نلی کو نیچے اُوپر سرکا کر دیکھو کہ دباؤ کی کمی بیشی کا ہوا کے حجم پر کیا اثر ہوتا ہے۔ پھر اس سے تم معلوم کر سکتے ہو کہ گیسوں کے دباؤ اور حجم میں کیا رشتہ ہے۔

اِس بات کو یاد رکھو کہ بند ہوا پر دباؤ پڑتا ہے تو اِس ہوا کا ذاتی دباؤ اُس کا مقابلہ کرتا ہے اور آخر کار دونوں تعادل کی

حالت میں آ جاتے ہیں - اِس لئے بند ہوا کا اپنا ذاتی دباؤ بھی ہر حال میں وہی ہوگا جو باہر کا دباؤ ہے - یہ نہ ہو تو دونوں میں تعاول کا پیدا ہونا ممکن نہیں -

تجربہ ۹۸ ——— دباؤ اور حجم کا تعلق - جس آلہ کا ہم نے ذکر کیا ہے اُس میں بند نلی کا مُنہ کھول دو کہ دونوں نلیوں میں پارے کی بلندی برابر ہوجائے - پھر اُس کا مُنہ بند کردو اور کھُلے مُنہ کی نلی کو آہستہ آہستہ اُوپر اُٹھاتے جاؤ یہاں تک کہ اِس نلی میں پارے کی سطح بند نلی کے پارے کی سطح سے بلند ہو جائے - اب دیکھو دباؤ اور حجم کیا ہے - پھر اِس نلی کو تھوڑا سا اَور اُوپر اُٹھا دو اور دیکھو دباؤ کی زیادتی کا حجم پر کیا اثر ہوتا ہے - اِسی طرح کئی بار کرو اور ہر بار کا نتیجہ کاغذ پر لکھتے جاؤ - اِس کے بعد کھُلے مُنہ کی نلی کو آہستہ آہستہ نیچے لاؤ اور اِس بات کو دیکھتے جاؤ کہ دباؤ کی کمی کا حجم پر کیا اثر پڑتا ہے - اِن نتیجوں کو بھی کاغذ پر لکھ لو - تحریر کا طریق حسبِ ذیل ہونا چاہیے

نمبر شمار	بارپیما کی بلندی سنتی میٹروں میں	دونوں نلیوں کے پارے کی سطحوں کا درمیانی فاصلہ سنتی میٹروں میں	مجموعی دباؤ بند ہوا پر د	بند ہوا کا حجم ح	مجموعی دباؤ × حجم د × ح
۱					
۲					
۳					

اِن مشاہدوں سے تمہیں معلوم ہوجائیگا کہ دباؤ بڑھتا ہے تو حجم باقاعدہ اور اُسی نسبت کے ساتھ گھٹتا جاتا ہے۔اور اگر دباؤ گھٹتا ہے تو حجم بڑھتا جاتا ہے۔ چنانچہ دباؤ کی کسی خاص مقدار کے مقابل ہوا کا حجم ایک ہو تو دباؤ کو دوچند کردینے پر حجم آدھا رہ جاتا ہے۔اور اگر دباؤ کو تین گُنا کردو تو حجم ایک تہائی رہ جائیگا۔ اِسی طرح اگر دباؤ نصف ہوجائے تو حجم دوچند ہو جاتا ہے۔ اور دباؤ ایک تہائی رہ جائے تو حجم تین گُنا ہو جائیگا۔ یہ البتہ شرط ہے کہ تجربہ کے دَوران میں بند ہوا کی تپش میں فرق نہ آنے پائے۔ تپش میں فرق آجائیگا تو بند ہوا کے دباؤ اور حجم دونوں پر اِس کا اثر پڑیگا۔ اور اِس اثر کا محسوب کرنا ضروری ہو جائیگا۔ اِس واقعہ کی اصلیت آگے چل کر معلوم ہوگی۔

اُوپر کی تقریر میں جو کچھ بیان ہُوا ہے اُس کی بناء پر گیسوں کے دباؤ اور حجم کے تعلق کو ہم یوں بیان کر سکتے ہیں کہ

تپش اور کمیتِ مادہ دونوں غیر متغیر رہیں تو گیسوں کے دباؤ اور حجم میں تناسب معکوس ہوتا ہے۔

اُوپر کی جدول میں جو تجربہ کے نتائج درج کئے گئے ہیں اُن سے پتہ چلتا ہے کہ گیسوں کے دباؤ اور حجم کے تعلق کو ہم اَور طرح بھی بیان کر سکتے ہیں۔ یعنی

تپش اور کمیتِ مادہ میں فرق نہ آئے تو گیس کے دباؤ اور حجم کا حاصلِ ضرب غیر متغیر رہتا ہے۔

لیکن اِس بات کو نگاہ میں رکھنا چاہیئے کہ یہ کوئی نیا تعلق نہیں۔ حقیقت میں یہ بھی وُہی بات ہے کہ گیسوں کے دباؤ اور حجم میں

تناسب معکوس ہوتا ہے۔ صرف طرزِ ادا کا فرق ہے۔ اِس واقعہ کو ریاضی کی زبان میں ادا کرو تو مسئلہ زیادہ صاف ہو جائیگا۔

فرض کرو کہ کسی خاص تپش پر کسی گیس کا دباؤ د ہے اور حجم ح، تو دباؤ اور حجم کا تعلق حسبِ ذیل ہوگا:-

$$ح \propto \frac{۱}{د}$$

یا $$ح = \frac{م}{د}$$ جس میں م ایک مستقل مقدار ہے

لہذا $$ح د = م$$

تجربہ کے دوران میں گیس کی تپش میں کوئی فرق نہ آئے تو م یعنی مستقل مقدار ہر حال میں وہی رہیگی۔ مثلاً دباؤ دَ ہو جائے اور اُس کے مقابلہ میں حجم حَ ہو تو اِس حال میں بھی دونوں کا حاصلِ ضرب وُہی ہوگا۔ یعنی

$$حَ دَ = م$$

ح د چونکہ ایک مستقل مقدار کا مساوی ہے اور حَ دَ بھی اُسی مستقل مقدار کے برابر ہے۔ اِس لئے ہم کہہ سکتے ہیں کہ

$$ح د = حَ دَ$$

یا $$\frac{ح}{حَ} = \frac{دَ}{د}$$

لیکن اِس بات کو یاد رکھو کہ دباؤ اور حجم کا تعلق جو ہم نے بیان کیا ہے یہ اُسی حال میں صحیح ہوگا جب کہ گیس کی تپش ایک حال پر قائم رہے۔ تپش میں فرق آجائیگا تو پھر دباؤ اور حجم کا تعلق بھی

اور ہو جائیگا۔ اِس تعلق کا سمجھنا فی الحال تمہارے لئے مشکل ہے۔ اِس لئے سرِ دست ہم اِس کو نظر انداز کر دیتے ہیں۔

گیسوں کے حجم اور دباؤ کا یہ تعلق سب سے پہلے بائل نامی ایک عالم نے معلوم کیا تھا۔ اِس لئے اُسی کے نام پر کُلیئہ بائل کے نام سے مشہور ہے۔

گیسوں میں حجم اور کثافت کا تعلق —— تم دیکھ چکے ہو کہ کثافت کی تعریف، **کمیت فی اِکائی حجم** ہے۔ یہ تعریف ریاضی کی زبان میں بیان کی جائے تو اِس کی شکل حسبِ ذیل ہوگی:-

$$\text{کثافت} = \frac{\text{کمیت}}{\text{حجم}}$$

اب ذرا اِس تعریف پر غور کرو اور دیکھو حجم کے تغیر کا کثافت پر کیا اثر پڑتا ہے۔ گیس کی ایک معیّن مقدار کسی بند مکان میں اِس طرح بند کر دی جائے کہ اُس کا کوئی ذرّہ مکانِ مذکور سے باہر نہ نکلنے پائے تو ظاہر ہے کہ اِس حال میں گیس کی کمیت **مستقل** رہیگی۔ گیس کا دباؤ خواہ کچھ ہی کیوں نہ ہو جائے اور حجم میں خواہ کتنے ہی تغیر کیوں نہ ہوں کمیت پر اِن واقعات کا کچھ اثر نہیں پڑ سکتا۔ جب یہ حال ہے تو اُوپر کی مساوات پر غور کرنے سے تم بخوبی سمجھ سکتے ہو کہ حجم زیادہ ہو جائیگا تو مساوات میں بائیں ہاتھ پر جو کسر ہے اُس کی قیمت گھٹ جائیگی۔ اور حجم کے گھٹ جانے سے کسرِ مذکور کی قیمت بڑھ جائیگی۔ پھر یہی کسر چونکہ کثافت کی تعبیر ہے اِس لئے حجم کے گھٹنے سے کثافت کا بڑھنا اور حجم کے بڑھنے سے

کثافت کا گھٹ جانا یقینی ہے۔

گیس کے کسی معلوم حجم پر اِس قدر دباؤ ڈالیں کہ حجم گھٹ کر آدھا رہ جائے تو اُس وقت گیس کے ہر مکعب سنتی میٹر میں پہلے کی بہ نسبت مادہ کی دوگنی مقدار ہوگی۔ اور اگر دباؤ اِتنا کم کر دیا جائے کہ گیس کا حجم بڑھ کر دوچند ہو جائے تو اِس صورت میں چونکہ مادہ کی اُسی معیّن مقدار نے پھیل کر دوگنی جگہ گھیر لی ہے اِس لئے پہلے جس قدر مادہ فی مکعب سنتی میٹر موجود تھا اب فی مکعب سنتی میٹر اُس کا نصف رہ جائیگا۔ یا مختصر طور پر یوں کہو کہ حجم کے دوچند ہوجانے سے کثافت آدھی رہ جائیگی اور اگر حجم گھٹ کر نصف ہو جائیگا تو ضرور ہے کہ گیس کی کثافت دوچند ہو جائے۔ اِس بنا پر یہ کُلیہ قائم ہوتا ہے کہ گیسوں کی کثافت اور اُن کے حجم میں تناسب معکوس رہتا ہے یعنی کمیت مستقل ہو تو

$$\text{کثافت} \propto \frac{1}{\text{حجم}}$$

لیکن تم پڑھ چکے ہو کہ دباؤ اور حجم میں بھی ہمیشہ تناسب معکوس پایا جاتا ہے بشرطیکہ تپش میں کوئی فرق نہ آئے۔ یعنی

$$\text{دباؤ} \propto \frac{1}{\text{حجم}}$$

پس کثافت اور حجم میں جو رشتہ ہے اُس کو دباؤ اور حجم کے رشتہ کے ساتھ ملاکر دیکھو تو اِس سے ذیل کا کلیہ پیدا ہوگا جو حقیقت میں کُلیۂ بائل ہی کی ایک بدلی ہوئی صورت ہے۔

گیس کی تپش میں فرق نہ آئے تو اُس کی کثافت اور اُس کا دباؤ ایک دُوسرے کے متناسب رہتے ہیں۔ یا ریاضی کی زبان میں یوں کہو کہ

کثافت $\propto$ دباؤ

اِن باتوں کو نگاہ میں رکھ کر اب کُرۂ ہوائی کو دیکھو کہ اُس کی کیا حالت ہے۔ زمین سے جُوں جُوں اُوپر اُٹھتے جاؤ کُرۂ ہوائی کا دباؤ کم ہوتا جاتا ہے۔ اِس سے تم سمجھ سکتے ہو کہ دباؤ کے ساتھ ساتھ اِسی نسبت سے اُس کی کثافت بھی کم ہوتی جائیگی۔ اِس سے ظاہر ہے کہ کُرۂ ہوائی کی کثافت زمین کے قریب سب سے زیادہ ہے۔ پھر جوں جوں زمین سے بلند ہوتے جاؤ کثافت گھٹتی جاتی ہے۔ یا یوں کہو کہ بلندی کے ساتھ ساتھ ہوا لطیف ہوتی جاتی ہے اور آخرکار اِتنی لطیف ہوجاتی ہے کہ اِس کا احساس بھی نہیں ہوتا۔

گیسوں کے حجم اور اُن کی لچک کا تعلق — تم پڑھ چکے ہو کہ کسی گیس کو بند مکان کے اندر مقید کردیا جاتا ہے تو اُس کے وجود سے مکان کی دیواروں پر دباؤ پڑتا ہے اور یہ دباؤ ہمیشہ اُس دباؤ کے برابر ہوتا ہے جو باہر کی طرف سے گیس کے اپنے وجود پر پڑتا ہے۔ بیرونی دباؤ بڑھا دیا جائے تو گیس کا حجم گھٹ جاتا ہے اور ذاتی دباؤ زیادہ ہوجاتا ہے۔ اِس کو یوں سمجھو کہ دبی ہوئی گیس کے اندر گویا اِس بات کا تقاضا پایا جاتا ہے کہ بیرونی دباؤ کی بندش کو توڑ کر اپنی اصلی حالت پر پہنچ جائے۔ اِسی تقاضے کو

لچک کہتے ہیں۔

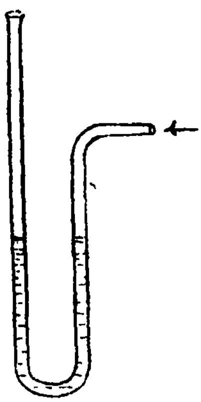
بائیسکل کی پچکاری لے کر اُس کا مُنہ بند کر لو اور فشارہ کو اندر کی طرف دباؤ۔ فشارہ جُوں جُوں اندر گُھستا جائیگا تمہارے ہاتھ کو صاف محسوس ہوگا کہ اندر سے کوئی چیز فشارہ کو باہر کی طرف دھکیل رہی ہے۔ یہ سب ہوا کی لچک کا نتیجہ ہے۔ دستہ کو چھوڑ دو تو فشارہ فوراً باہر نکل آئیگا۔ ہوائی بندوق کا عمل بھی اِسی اُصول پر بنی ہے۔ مقیّد ہوا کو دبا کر اُس کا حجم جس قدر کم کرتے جاتے ہیں اُسی قدر اُس کی لچک بڑھتی جاتی ہے۔ اور اگر اِس ہوا کی تپش کو ایک حال پر قائم رکھنے کا انتظام کر دیا جائے تو ظاہر ہے کہ اِس کی لچک ہمیشہ حجم کے ساتھ **تناسبِ معکوس** میں رہیگی۔ اِس کو بھی **کلیۂ بائل** ہی کی ایک شکل سمجھنا چاہئے۔ شکل ۶۹ پر غور کرو۔ اِس سے واقعات کا موٹا سا تصور تمہارے ذہن میں آجائیگا۔



شکل ۶۹

بخارات اور گیسوں کے دباؤ کی تخمین — جن آلات سے بخارات اور گیسوں کا دباؤ ناپا جاتا ہے اُنہیں

فشار پیما کہتے ہیں - اِس کی سادہ سی شکل ساتھ کی تصویر میں دکھائی گئی ہے - یہ ایک معمولی لانما نلی ہے جس کی ایک ساق کا سرا پہلو کی طرف مُڑا ہوا ہے - اِس نلی میں تھوڑا سا پارا یا پانی ڈال دو تو دونوں ساقوں میں مایع کی بلندی برابر برابر ہو گی - اِس وقت دونوں ساقوں میں مایع کی آزاد سطح پر کُرۂ ہوائی کا دباؤ ہے - اور وہ دونوں حالتوں میں برابر ہے - اب ربڑ کی نلی سے لانما نلی کا مُڑا ہوا سِرا اُس برتن کے ساتھ مِلا دو جس کے اندر کسی گیس یا بخار کا دباؤ معلوم کرنا منظور ہے - اگر برتن کے اندر کا دباؤ کُرۂ ہوائی کے دباؤ کا مساوی نہیں تو لانما نلی کا مایع اِن دونوں کا فرق بتا دیگا - برتن کے اندر دباؤ کم ہوگا تو اِدھر کی ساق میں مایع کا اُستوانہ زیادہ بلند ہو جائیگا اور اگر دباؤ زیادہ ہوگا تو اِس اُستوانہ کی بلندی کم ہو جائیگی - دونوں ساقوں کے اُستوانوں کی بلندیوں میں جو فرق ہوگا اُس کو ناپ کر تم بتا سکتے ہو کہ برتن کے اندر کتنا دباؤ ہے -



شکل ۷۰ - فشار پیما

لیکن یاد رکھنا چاہیئے کہ اِس آلہ سے **مجموعی** دباؤ براہِ راست دریافت نہیں ہو سکتا - اِس سے صرف یہ معلوم ہوگا کہ جس گیس یا بخار پر تم تجربہ کر رہے ہو اُس کا دباؤ کُرۂ ہوائی کے دباؤ سے

کتنا کم یا کتنا زیادہ ہے۔ کرۂ ہوائی کا دباؤ بار پیما سے دیکھ کر اِس
دباؤ کے ساتھ ملا دو تو مجموعی دباؤ معلوم ہو جائیگا۔

ارشمیدس کے اُصول کا اطلاق گیسوں پر —— مایعات
کے بیان میں تم پڑھ چکے ہو کہ کسی جسم کو کسی مایع میں ڈبو دیا جاتا
ہے تو مایع کے وجود سے اُس پر ہر طرف سے دباؤ پڑتا ہے۔
لیکن اُوپر کی سطح پر جو دباؤ پڑتا ہے وہ ہمیشہ اُس دباؤ سے کم
ہوتا ہے جو نیچے کی سطح پر پڑتا ہے۔ اور دونوں کا فرق ہمیشہ ڈوبے ہوئے
جسم کے مساوی الحجم مایع کے وزن کا مساوی رہتا ہے۔ یہ خاصیت
کچھ مایعات ہی سے مخصوص نہیں۔ تمام سیّالوں کا یہی حال ہے۔ بنا بریں
اِس کُلیہ کو ہوا کے متعلق ہم یوں بیان کر سکتے ہیں :-

ہوا اپنے اندر ڈوبے ہوئے جسم کو اُوپر کی طرف دباتی ہے اور اِس دباؤ کی قوت ہمیشہ ڈوبے ہوئے جسم کی مساوی الحجم ہوا کے وزن کے برابر ہوتی ہے۔

کسی جسم کو ہوا میں تولتے ہیں تو اُس کے وزن میں بظاہر
کچھ کمی پیدا ہو جاتی ہے۔ لیکن یہ کمی عموماً اِتنی خفیف ہوتی ہے
کہ اصلی وزن کے مقابلہ میں قابلِ لحاظ نہیں۔ تاہم اِس کمی کے
وجود سے انکار نہیں ہو سکتا۔ تم دیکھ چکے ہو کہ یہ کمی ہمیشہ ڈوبے ہوئے
جسم کی مساوی الحجم ہوا کے وزن کے برابر ہوتی ہے۔ اِس لئے جن جسموں کا
حجم اُن کی کمیتِ مادہ کے مقابلہ میں زیادہ ہوگا اُن کے
وزن میں یہ کمی زیادہ نمایاں ہوگی۔ مثلاً سیر بھر وزن کے کاک
کو تولتے ہیں تو ہوا کی تیرانے کی قوت کا اثر کاک پر بھی پڑتا ہے

اور سیر کے باٹ پر بھی - لیکن سیر کے باٹ کی بہ نسبت کاک کے ٹکڑے کا حجم بہت زیادہ ہے - اِس لئے کاک کے وزن میں زیادہ کمی واقع ہونی چاہیئے - چنانچہ وہی کاک کا ٹکڑا جس کا وزن ہوا میں ایک سیر ہے اُسے خلا میں تولو تو ترازو صاف بتا دیگی کہ اب اِس کا وزن زیادہ ہے - اور تمہارا ایک سیر کا باٹ اِس کے تعادل کے لئے کافی نہیں -

کسی جسم کا وزن اُس کی مساوی الحجم ہوا کے وزن سے کم ہوگا تو وہ ہوا میں اُڑنے لگیگا - اور اِتنی بلندی تک پہنچ جائیگا کہ وہاں اُس کی مساوی الحجم ہوا کا وزن اُس کے اپنے وزن کے برابر ہوگا - پھر اِس سے زیادہ بلندی پر پہنچنا اُس کے لئے ممکن نہیں - اِس سے تم سمجھ سکتے ہو کہ غبارہ اپنے تمام متعلقات کو ساتھ لے کر ہوا میں کیوں اُڑنے لگتا ہے - غبارہ کے تھیلے میں ہائیڈروجن گیس یا کوئلے کی گیس بھر دیتے ہیں اور یہ دونوں گیسیں ہوا کے مقابلہ میں بہت ہلکی ہیں - اِن گیسوں کی اِتنی مقدار بھر لیتے ہیں کہ آلہ بہیئتِ مجموعی مساوی الحجم ہوا سے ہلکا رہتا ہے -

پانچویں فصل کی مشقیں

ا - بارپیما میں پارے کے اُستوانہ کی بلندی عموماً کیا ہوتی ہے ؟ بارپیما کی نلی عمودی سمت کے متوازی نہ ہو تو بارپیما کے نشان پر اِس کا کیا اثر پڑتا ہے ؟ بارپیما میں پارے کی بلندی ۳۰ انچ ہو اور اُس کی نلی اِس قدر جھکا دی جائے کہ عمودی خط کے ساتھ ۳۰° کا زاویہ بنا دے تو اِس صورت میں نلی کے اندر پارے

کے اُستوانہ کا طول کیا ہوگا ؟

۲۔ سیمابی بارپیما ۳۰ اِنچ کا نشان دے رہا ہے۔اِس وقت بارپیما میں پارے کی بجائے پانی بھر دیا جائے تو اُس میں پانی کی بلندی کیا ہوگی ؟ سیمابی بارپیما میں پارے کی چوٹی ۲۹ اِنچ پر آجائے تو کرۂ ہوائی کی اِن ہی حالتوں میں پانی والے بارپیما کی بلندی کیا ہوگی ؟

۳۔ کرۂ ہوائی کا دباؤ ۱۵ پونڈ فی مربع اِنچ ہو تو کلو گراموں میں فی مربع سم کتنا دباؤ ہوگا ؟

۴۔ بارپیما میں پارے کی بلندی ۲۸٫۵ اِنچ کا نشان دے رہی ہو تو اِس حالت میں کرۂ ہوائی کا دباؤ فی مربع اِنچ کیا ہوگا ؟

۵۔ بارپیما ۷۲ سم کا نشان دے رہا ہو تو گیس کی ایک معیّن مقدار ۳۲۳ مکعب سم جگہ گھیرتی ہے۔اگر کرۂ ہوائی کا دباؤ ۷۶ سم ہو جائے اور گیس مذکور کی تپش میں کچھ فرق نہ آئے تو اِس گیس کا حجم کیا ہوگا؟

۶۔ دباؤ ۷۶ سم اور تپش °۷۰ ہو تو ایک لیتر ہوا کا وزن ۱٫۲۹۳ گرام ہوتا ہے۔اگر تپش یہی رہے اور بارپیما کی بلندی ۷۸ سم تک پہنچ جائے تو اِس صورت میں لیتر بھر ہوا کا وزن کیا ہوگا ؟

۷۔ ہوا کا دباؤ ۷۶ سم ہو تو سیفن' پارے کو اُوپر چڑھانے میں زیادہ سے زیادہ کتنی بلندی تک کام دے سکتا ہے۔اِتنے ہی دباؤ کی تحت میں سیفن کی مدد سے گندک کا تیزاب کتنی بلندی تک اُٹھایا جا سکتا ہے ؟

تیزاب مذکور کی کثافتِ اِضافی = ۱٫۸۴

۸۔ ایک ایسا تجربہ بیان کرو جس سے تم ثابت کرسکو کہ ہوا دباؤ ڈالتی ہے۔

ایک مڑی ہوئی نلی میں پانی ڈال کر اُس کی ایک ساق کو ربڑ کی نلی سے گیس کے ذخیرہ کی نلی کے ساتھ جوڑ دیا تو نلی کی ساقوں کے اندر پانی کی بلندیوں میں ۰ء۶۵ سمر کا فرق آگیا۔ بتاؤ گیس کا دباؤ کتنے گرام فی مربع سمر ہے؟

۹ - بارپیما میں عام طور پر پارا کیوں استعمال کرتے ہیں؟ کیا پانی سے بھی بارپیما تیار ہو سکتا ہے؟

۱۰ - بارپیما میں جہاں خلائے طریسلی ہے وہاں سوراخ کر دیا جائے تو اِس کا کیا نتیجہ ہوگا؟

۱۱ - پمپ کی مدد سے پانی ۳۰ فٹ سے زیادہ بلندی پہ نہیں چڑھ سکتا۔ بتاؤ اِس کی کیا وجہ ہے؟ اپنے جواب کی صحت ثابت کرنے کے لئے کوئی تجربہ بیان کرو۔

۱۲ - کلیۂ بائل سے کیا مُراد ہے؟ اِس کلیہ کو تجربہ سے تم کس طرح ثابت کرو گے؟

۱۳ - بارپیما کی نلی میں پارے کی بلندی اُس کے حوضک کے پارے کی بہ نسبت کیوں زیادہ رہتی ہے؟ سطحِ سمندر پر بارپیما میں پارے کی بلندی بالاوسط کیا ہوتی ہے؟

۱۴ - سادہ بارپیما کس طرح تیار کیا جاتا ہے؟ یہ بھی بیان کرو کہ سادہ بارپیما سے کس طرح کام لیتے ہیں؟

۱۵ - بارپیما کی نلی جھکا دی جائے تو اِس کا کیا نتیجہ ہوگا؟

۱۶ - بارپیما کا حوضک اور اُس کی نلی کا نچلا حصہ پانی میں ڈبو دیا جائے یا اِس آلہ کو کسی بلند پہاڑ کی چوٹی پر لے جائیں تو اِن دونوں صورتوں

ہیں کیا نتیجہ ہوگا؟ اِن نتیجوں کی علت کیا ہے؟

۱۷۔ ایک سادہ سا تجربہ بیان کرو جس سے تم یہ ثابت کر سکو کہ دباؤ سے گیس کا حجم بدل جاتا ہے۔

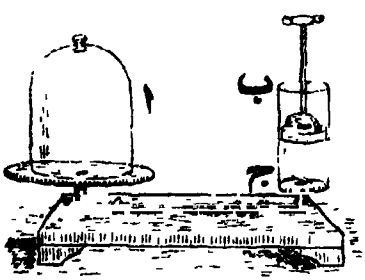
۱۸۔ گیسوں کے دباؤ اور حجم میں کیا تعلق ہے؟

۱۹۔ بار پیما کی نلی کی تراشِ عمودی کا رقبہ $\frac{1}{4}$ مربع انچ ہے اور اُس کے اندر پارے کی بلندی ۳۰ انچ۔ بتاؤ کرۂ ہوائی کے دباؤ نے نلی میں کتنے وزن کے پارے کو سہار رکھا ہے؟

چھٹی فصل

چند آلات جن کی بناء سیالوں کے دباؤ پر ہے

ہوا پمپ ـــــــ اِس آلہ کی کئی شکلیں ہیں - لیکن اصول سب کا ایک ہے - اِس لئے یہاں ہم اِس کی ایک سادہ سی شکل بیان کرینگے تاکہ طالبِ علم کو اصول کے سمجھنے میں دقت نہ ہو۔ اِس آلہ کے ضروری حصے شکل ۱۷۱ میں دکھائے گئے ہیں۔ اِس میں ا ایک شیشہ کا **فانوس** ہے جس سے ہوا کو خارج کرنا منظور ہے۔ یہ فانوس ہوا پمپ کے **قُرص** پر رکھا ہے - قُرص کے مرکز میں ایک سُوراخ ہے - اِس سُوراخ میں ایک نلی لگی ہوئی ہے جس کے دونوں سِرے زاویۂ قائمہ پر مُڑے ہوئے ہیں - نلی کا دُوسرا سِرا اُستوانہ ب ج کے اندر کھلتا ہے - نلی کے اِس سِرے پر ایک کھٹکدن ہے جو اُوپر کی طرف کھلتا ہے۔ اُستوانہ کے اندر ایک دستہ کھڑا نظر آتا ہے - اِس دستہ کے نیچے والے سِرے پر ایک فشارہ ہے جو اُستوانہ کے اندر خوب پھنس کر آتا ہے تاکہ ہوا کی آمد و رفت کے لئے گنجائش نہ رہے - فشارہ میں



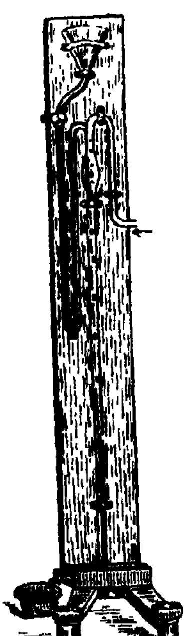
شکل ۱۷۱ - ہوا پمپ

ایک سوراخ ہے اور اِس سوراخ پر بھی ایک کُھلمُندن ہے جو اُوپر کی طرف کُھلتا ہے۔

عمل ——— فرض کرو کہ ابتداء میں فشارہ اُستوانہ کے پیندے پر ہے۔ اِس کو آہستہ آہستہ اُوپر کی طرف کھینچو۔ اُوپر کی ہوا کے دباؤ سے اِس اثناء میں فشارہ کا سوراخ کُھلمُندن سے بند ہو جائیگا۔ اب ہوا کی اُس ذرا سی مقدار پر غور کرو جو ابتداء میں اُستوانہ کے پیندے اور فشارہ کے درمیان تھی۔ اِسے پھیل کر زیادہ جگہ گھیرنا پڑیگی اور کُلیۂ بائل کے رُو سے اِس کا دباؤ کم ہو جائیگا۔ فشارہ کا سوراخ بند ہے۔ اِس لئے باہر سے ہوا آ نہیں سکتی۔ ناچار اِس دباؤ کی کمی کو پورا کرنے کے لئے آلہ کی نلی اور فانوس کے اندر کی ہوا زور کریگی اور اُستوانہ کے پیندے کا کُھلمُندن کُھل جائیگا۔ نتیجہ اِس کا یہ ہوگا کہ نلی اور فانوس کی ہوا کا ایک حصہ اُستوانہ میں داخل ہو جائیگا۔ اور جب تک فشارہ کو اُوپر کی طرف کھینچتے رہو گے یہی حال رہیگا۔ اب فشارہ کو نیچے کی طرف دباؤ اور اِس کا نتیجہ دیکھو۔ فشارہ اور پیندے کے درمیان جو ہوا ہے اُس پر دباؤ پڑیگا۔ اور وہ سُکڑتی جائیگی۔ اِس دباؤ کے اثر سے پیندے کا کُھلمُندن بند ہو جائیگا۔ پھر جب فشارہ اَور نیچے آئیگا تو اُس کے اپنے کُھلمُندن پر اوپر کی طرف سے کُرۂ ہوائی کا جو دباؤ ہے اُس کے مقابلہ میں نیچے کی ہوا کا دباؤ زیادہ ہو جائیگا اور کُھلمُندن کُھل جائیگا۔ پھر نتیجہ یہ ہوگا کہ نیچے کی ہوا اِس سُوراخ میں سے باہر نکل جائیگی۔ اور آخرکار جب فشارہ پیندے پر پہنچ جائیگا تو اِس وقت

ہوا پمپ کی نلی اور فانوس' کے اندر ہوا کی مقدار ابتدائی حالت کے مقابلہ میں کم ہوگی ۔ فشارہ کو اِسی طرح حرکت دیتے رہو تو کھلنڈنوں پر یہی بست وکشاد کا عمل ہوتا رہیگا اور آخر کچھ دیر کئے بعد فانوس کے اندر کی ہوا تقریباً سب کی سب خارج ہو جائیگی۔

اِسپرنجل کا ہوا پمپ ـــــــ اِسپرنجل نامی ایک شخص نے ایک اَور قسم کا ہوا پمپ تیار کیا ہے جو ساخت کے اعتبار سے تو ایک سادہ سی چیز ہے ۔ لیکن اِس آلہ کی مدد سے اِس حد تک خلا پیدا کیا جا سکتا ہے کہ معمولی ہوا پمپ سے اِس قدر ممکن نہیں ۔ اِس میں فشارہ کی بجائے پارے کے قطرے کام دیتے ہیں اور کھلنڈنوں کی کچھ ضرورت ہی نہیں ۔ اِس آلہ کے ضروری حصے شکل ۱۰۲ میں دکھائے گئے ہیں ۔ جس برتن کی ہوا خارج کرنا ہو اُسے ربڑ کی نلی سے آلہ کی اُس نلی کے ساتھ ملا دیتے ہیں جس کو شکل میں ہم نے ا سے تعبیر کیا ہے ۔



شکل ۱۰۲

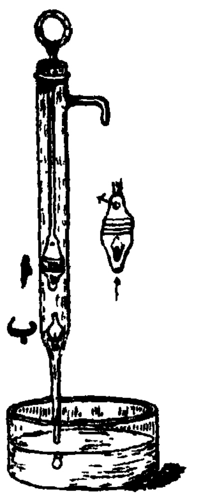
اسپرنجل کا ہوا پمپ

آلہ کے قیف میں پارا ڈال دیتے ہیں جو لمبی عمودی نلی میں سے برابر نیچے ٹپکتا رہتا ہے ۔ شکل پر غور کرو ۔ قیف کی نلی' اور نلی ا جو برتن سے ملادی جاتی ہے دونوں کے مُنہ

ایک ہی عمودی نلی میں کھلتے ہیں۔ پارے کا ہر قطرہ، اِن نلیوں کے مقام اتصال سے گزرتا ہے تو تھوڑی سی ہوا بھی اپنے ساتھ لیتا جاتا ہے۔ اگر یہی عمل کچھ دیر تک جاری رہے تو آخر برتن کی ہوا تقریباً سب کی سب خارج ہو جاتی ہے۔

معمولی پمپ ــــ شکل ۲۳ پر غور کرو۔ یہ معمولی پمپ کی تصویر ہے۔ اِس تصویر کو دیکھ کر تم بخوبی سمجھ جاؤگے کہ اِس آلہ کا عمل کیا ہے۔ فرض کرو کہ ابتداء میں آلہ کی نلی میں ہوا بھری ہوئی ہے۔ نلی کا نیچے والا سِرا پانی میں رکھ دو اور فرض کرو کہ فشارہ ا نیچے کے پیندے ب پر ہے جس میں کھلنڈن لگا ہوا ہے۔ فشارہ کو آہستہ آہستہ اُوپر کی طرف کھینچو تو ا اور ب کے درمیان جو تھوڑی سی ہوا ہے اُس کو زیادہ جگہ میں پھیل جانا پڑیگا جس کا نتیجہ یہ ہوگا کہ اِس کا دباؤ کم ہو جائیگا۔ پھر کھلنڈن ب پر نیچے کی طرف دباؤ زیادہ ہوگا اور اُوپر کی طرف کم تو وہ خواہ مخواہ کھل جائیگا اور نلی کی ہوا کا کچھ حصہ اُستوانہ میں داخل ہو جائیگا۔ کیونکہ فشارہ کا کھلنڈن اُوپر کی ہوا کے دباؤ کی زیادتی سے بند ہو چکا ہے۔ اِس لئے باہر کی ہوا ا اور ب کے درمیان دباؤ کی کمی کو پورا کرنے کے لئے اندر نہیں آسکتی۔ اب اُس ہوا پر غور کرو جو آلہ کی نلی میں کھلنڈن ب اور پانی کی سطح کے درمیان ہے۔ اِس کا کچھ حصہ اُستوانہ میں داخل ہو چکا ہے۔ اِس لئے اِس کی کثافت گھٹ گئی ہے اور دباؤ کم ہو گیا ہے۔ لیکن پانی کی بیرونی سطح پر جو کُرۂ ہوائی کا دباؤ ہے اُس میں کمی

عمل سے کچھ فرق نہیں آیا۔ اِس لئے ضرور ہے کہ باہر کے دباؤ کی زیادتی سے پانی کا کچھ حصہ نلی کے اندر گھس جائے۔ جب تک فشارہ اُوپر کی طرف اُٹھتا رہیگا یہی حالت قائم رہیگی اور پانی کا اُستوانہ نلی کے اندر بلند ہوتا جائیگا۔



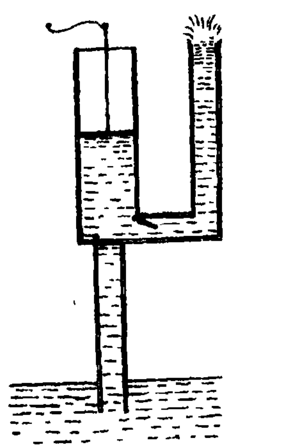
شکل ۱۳۳ - معمولی پمپ کا نمونہ

اب فشارہ کو نیچے کی طرف دباؤ تو اُس کے نیچے کی ہوا سکڑیگی اور اُس کا دباؤ دم بدم بڑھتا جائیگا۔ نتیجہ اِس کا یہ ہوگا کہ دباؤ کے اثر سے کھلنڈن ب بند ہوجائیگا اور کھلنڈن ا کھل کر فشارہ کے سوراخ میں سے ہوا کو باہر نکلنے کا رستہ دے دیگا۔ پھر فشارہ کو دوبارہ اُوپر کی طرف اُٹھاؤگے تو اِسی عمل کا اعادہ ہوتا رہیگا۔ آخر اِس عمل سے پمپ کی ساری ہوا خارج ہو جائیگی اور باہر کی ہوا کے دباؤ سے پانی آلہ کے اندر گھس کر اُس کی ٹونٹی تک پہنچ جائیگا اور باہر نکلنے لگیگا۔

تم پڑھ چکے ہو کہ کرۂ ہوائی کے دباؤ سے پارے کا تیس انچ بلند اُستوانہ کھڑا ہوسکتا ہے۔ پھر تم یہ بھی دیکھ چکے ہو کہ پارا اپنے مساوی الحجم پانی سے $13\frac{1}{2}$ گنا بھاری ہے۔ اِس سے ظاہر ہے کہ ہوا کا دباؤ پانی کے جس اُستوانہ کو سہار لیگا اُس کی بلندی حسبِ ذیل ہوگی:—

$$۳۰ \text{ انچ} \times ۱۳\tfrac{۱}{۲} = ۲\tfrac{۱}{۲} \text{ فٹ} \times ۱۳\tfrac{۱}{۲}$$
$$= ۳۳\tfrac{۳}{۴} \text{ فٹ}$$

پمپ کا عمل کُرہ ہوائی کے دباؤ پر موقوف ہے۔ اِس لئے ٹونٹی کی بلندی سطحِ آب سے ۳۳ فٹ کے قریب ہونی چاہیئے۔ اِس سے زیادہ ہوگی تو آلہ کام نہ دے سکیگا۔ لیکن یاد رکھنا چاہیئے کہ یہ آخری حد ہے۔ پانی جب نل میں چڑھتا ہے تو اُس کے پہلوؤں کے ساتھ رگڑ کھاتا ہُوا جاتا ہے۔ علاوہ بریں فشارہ نل کے اندر اِس طرح پھنس کر نہیں آتا کہ باہر کی ہوا کے لئے اندر جانے کا رستہ کلیتہً بند ہو جائے۔ اِن وجوہات کی بناء پر معمولی پمپ کی مدد سے پانی کو تیس فُٹ سے زیادہ بلندی پر پہنچانا مشکل ہو جاتا ہے۔ اگر تیس فٹ سے اُوپر لے جانا منظور ہو تو اِس کے لئے ذیل کی شکل کا آلہ استعمال کرنا چاہیئے۔



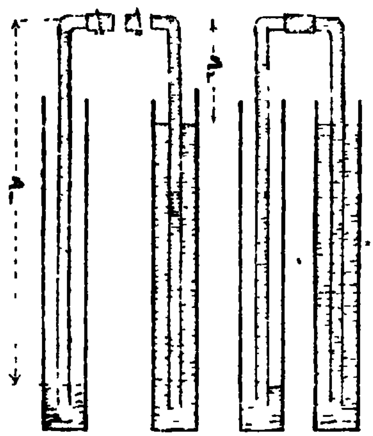
شکل ۱۳۴ داب پمپ کا نمونہ

داب پمپ —— یہ آلہ حقیقت میں وُہی پمپ ہے جس کا ذکر تم اُوپر پڑھ چکے ہو۔ صرف اِتنا فرق ہے کہ اِس کا فشارہ سُوراخدار نہیں اور ٹونٹی کی بجائے نل کے پیندے کے قریب، پہلو کی طرف ایک اور نل ہے جس کے مُنہ پر ایک ایسا کھٹکھٹدن لگا رہتا ہے جو باہر کی طرف کھُلتا ہے۔ آلہ کی ہوا اِسی رستے خارج ہوتی ہے۔

اس آلہ کو استعمال میں لاتے ہیں تو فشارہ کو اُوپر اُٹھانے سے اُس کے نیچے کی ہوا پھیل کر لطیف ہو جاتی ہے اس کا نتیجہ یہ ہے کہ نلی ا ب کی ہوا کے دباؤ سے کُھلنڈن ج کُھل جاتا ہے اور باہر کی ہوا کے دباؤ سے کُھلنڈن د بند ہو جاتا ہے۔ اِس طرح نلی ا ب کی ہوا کا کچھ حصہ نل ہ و میں گُھس جاتا ہے اور پانی اوپر چڑھنے لگتا ہے۔ پھر فشارہ کو نیچے کی طرف دباتے ہیں تو اُس کے نیچے کی ہوا پر دباؤ پڑتا ہے اور اِس کے اثر سے کُھلنڈن ج بند ہو جاتا ہے اور کُھلنڈن د کُھل کر ہوا کو باہر نکلنے کا رستہ دے دیتا ہے۔ اِس عمل سے آخرِ کار آلہ کے اندر پانی بھر جاتا ہے جو فشارہ کو نیچے کی طرف دبانے سے نل س ط میں چڑھنے لگتا ہے۔ اِس طرح نلی ا ب میں تیس فٹ کی بلندی تک تو پانی معمولی کُرۂ ہوائی کے دباؤ سے چڑھ جاتا ہے۔ پھر فشارہ پر مناسب دباؤ ڈال کر نل س ط میں جتنی بلندی تک چاہو چڑھا کر لے جاؤ۔

سَیفن یا خمدار نلی ——— یہ ایک سادہ سا آلہ ہے۔ اِس میں صرف ایک خمدار نلی ہے جس کی ایک ساق دُوسری ساق سے لمبی ہے۔ کسی مایع کو ایک برتن سے دُوسرے برتن میں لے جانا ہو تو یہ آلہ اِس مطلب کے لئے بڑے کام کی چیز ہے۔ اِس کا عمل بھی کُرۂ ہوائی کے دباؤ پر موقوف ہے۔ نلی کو اُس مایع سے بھر دیتے ہیں جس کو ایک برتن سے دُوسرے میں لے جانا منظور ہوتا ہے۔ پھر اِس کے

دونوں سرے بند کر لیتے ہیں اور چھوٹی ساق کا مُنہ اِس مایع کے اندر رکھ دیتے ہیں۔ اِس کے بعد جب نلی کے دونوں سرے کھول دیتے ہیں تو مایع نلی میں سے بہنے لگتا ہے اور جب تک دونو برتنوں میں مایع کی سطح مساوی نہ ہوجائے یا سارے کا سارا مایع دوسرے برتن میں منتقل نہ ہو جائے برابر بہتا رہتا ہے۔



شکل ۷۵ - سیفن کا اصولِ عمل

اِس آلہ کا عمل سمجھنے کے لئے شکل ۷۵ ملاحظہ کرو۔

اِس میں دو تنگ سوراخ کی نلیاں ہیں جن کے اندر پارا بھرا ہوُا ہے اور اُوپر کے مُنہ ربڑ کی نلیاں لگاکر چُٹکی سے بند کردئے گئے ہیں۔ نیچے کے سِرے لمبے اُستوانہ نما برتنوں میں پارے کے اندر رکھے ہیں۔ دائیں ہاتھ کا برتن پارے سے تقریباً بھرا ہوُا ہے۔ اور بائیں ہاتھ کے برتن میں صرف تھوڑا سا پارا ہے۔

اب ذرا اِس بات پر غور کرو کہ دونوں نلیوں کی چوٹی ا اور ب پر دباؤ کی کیا کیفیت ہے۔ فرض کرو کہ بار پیما کا پارا د سنتی میتر کی بلندی پر پہنچا ہوُا ہے۔ اِس صورت میں کرۂ ہوائی کا دباؤ د ہوگا۔ اگر نلی ا کی چوٹی اور برتن کے پارے کی سطح کے درمیان عمودی فاصلہ ہ سنتی میتر ہے تو نلی ا کی چوٹی پر

دباؤ (د - د۱) سنتی میتر پارے کے برابر ہوگا۔ اسی طرح اگر نلی ب کی چوٹی اور برتن کے پارے کی سطح کے درمیان عمودی فاصلہ د۲ سنتی میتر ہے تو نلی ب کی چوٹی پر دباؤ (د - د۲) سنتی میتر پارے کے برابر ہوگا۔ لیکن د۲ سے د۱ بڑا ہے اس لئے ب کی چوٹی پر ا کے مقابلہ میں دباؤ زیادہ ہے اور یہ زیادتی (د۱ - د۲) سنتی میتر پارے کے برابر ہے۔

اب فرض کرو کہ دونوں نلیوں کے سرے باہم ملا دئے گئے ہیں۔ اس صورت میں دائیں ہاتھ کی نلی کی چوٹی پر دباؤ زیادہ ہے۔ اس لئے دباؤ کی یہ زیادتی پارے کو دائیں سے بائیں کی طرف دھکیلتی رہیگی اور جب تک دونوں برتنوں میں پارے کی سطح ایک سیدھ میں نہ آجائے یہی عمل برابر جاری رہیگا۔ اگر دائیں ہاتھ کے برتن کا پیندا اتنا بلند ہو کہ سارا پارا بائیں ہاتھ کے برتن میں چلا آئے اور اس صورت میں بھی اس کی سطح اس قدر بلند نہ ہوسکے تو سارے کا سارا پارا دوسرے برتن میں منتقل ہو جائیگا۔ نلی کی ساقوں کی لمبائی کا تفاوت البتہ شرط ہے۔ علاوہ بریں یہ بھی ضروری ہے کہ جس ساق میں پارا اوپر چڑھ رہا ہے اس کی عمودی بلندی برتن کے پارے کی سطح پر ۳۰ انچ سے زیادہ نہ ہو۔ اگر پارے کی بجائے پانی ہو تو یہ بلندی ۳۰ فٹ تک پہنچ سکتی ہے۔

ساتویں فصل

جمود - قوت اور اُس کی تعبیر

تم نے اکثر مادی اجسام کو زمین پر پڑا دیکھا ہو گا۔ اِن کے اندر کوئی ایسا ذاتی میلان نہیں ہے جو اِن کو حرکت پر مائل کرتا ہو۔ تم چاہو کہ وہ ایک جگہ سے دُوسری جگہ منتقل ہو جائیں تو اِس کے لئے کسی بیرونی اثر کی ضرورت ہے۔ اِسی طرح اگر کوئی مادی جسم حرکت کر رہا ہو تو اُس کی حرکت کو روکنے یا اُس میں تغیر پیدا کرنے کے لئے بھی کسی بیرونی اثر کی ضرورت ہوگی۔ یہ ممکن نہیں کہ کسی متحرک جسم کی حرکت میں خود بخود تغیر پیدا ہو جائے۔ **مادہ کی یہ خاصیت کہ اُس کا اپنی حرکت میں خود بخود تغیر پیدا کر لینا یا ساکن سے خود بخود متحرک ہو جانا ممکن نہیں، مادہ کا جمود کہلاتی ہے۔** مادہ کی اِس خاصیت کو نیوٹن نے ایک کلیہ کی شکل میں بیان کر دیا ہے۔ یہ نیوٹن کا پہلا کلیۂ حرکت ہے۔ اِسے ذیل کے لفظوں میں یاد رکھو۔

پہلا کلیۂ حرکت ——— **ہر جسم سکون میں رہتا ہے یا ہموار رفتار کے ساتھ خطِ مستقیم میں حرکت کرتا رہتا ہے جب تک کہ کوئی بیرونی قوت اِس کے برخلاف مجبور نہ کرے۔**

مادی جسموں کو خواہ وہ ساکن ہوں یا متحرک ایک حالت سے

دوسری حالت میں لانے کے لئے ہمیشہ طاقت درکار ہوتی ہے۔اس طاقت کو علمی زبان میں **قوت** کہتے ہیں۔ تمہارے سامنے کوئی جسم ساکن پڑا ہو اور تم چاہو کہ کسی بیرونی قوت کے بغیر اس کو حرکت کی حالت میں لے آؤ تو یہ ممکن نہیں۔ یہی حال متحرک اجسام کا ہے۔ کوئی جسم حرکت کر رہا ہو تو اُس کی حرکت کو روک دینے یا اُس کی سمتِ حرکت کو بدل دینے کے لئے ہمیشہ بیرونی قوت درکار ہوگی۔اِس بنا پر قوت کی تعریف حسبِ ذیل ہے:

قوت وہ چیز ہے جو کسی جسم کے سکون کو حرکت میں اور حرکت کو سکون میں بدل دیتی ہے یا بدل دینے کا تقاضا کرتی ہے۔

اِس عبارت میں "تقاضا" کا لفظ خاص طور پر لحاظ کے قابل ہے۔ یہ بات عام دیکھنے میں آئی ہے کہ قوتیں کسی جسم پر عمل تو کر رہی ہیں لیکن اُس کے وجود میں حرکت کے آثار پیدا نہیں ہوتے۔پھر کیا اِس صورت میں قوت کے وجود سے اِنکار ہو سکتا ہے؟ ہرگز نہیں۔ اگر رُکاوٹیں غالب نہ ہوتیں تو جسم ضرور حرکت کرنے لگتا۔اِس لئے تقاضا کا لفظ استعمال نہ ہوگا تو قوت کی تعریف ادھوری رہ جائیگی۔

کسی جسم کو زمین پر رکھ کر تم آگے کی طرف دھکیلتے ہو یا اپنی طرف کھینچتے ہو تو اُس کے وجود پر گویا قوت لگا رہے ہو۔جسمِ مذکور میں حرکت کا پیدا ہونا یا نہ ہونا ایک الگ بات ہے۔لیکن تمہاری قوت کا تقاضا تو یہی ہے کہ جسمِ مذکور کے وجود میں حرکت

پیدا ہو جائے۔ گیند زمین پر لڑھکتی ہوئی جاتی ہے تو زمین کی سطح سے اُس پر ایک قوت اثر کرتی ہے جو اِس بات کا تقاضا کرتی ہے کہ گیند کی حرکت کو زائل کردے۔ آخر یہی قوت غالب آتی ہے اور گیند کچھ دُور جاکر ٹھیر جاتی ہے۔ یہ قوت زمین کی **رگڑ کی قوت** ہے۔ کسی جسم کو بے سہارے چھوڑ دیا جاتا ہے تو وہ زمین پر گر پڑتا ہے۔ اور ہم کہتے ہیں کہ اِس کو زمین نے اپنی طرف کھینچ لیا۔ اِس سے مطلب یہ ہے کہ زمین کے وجود سے جسمِ مذکور پر ایک قوت نے اثر کیا ہے۔ یہ قوت زمین کی **قوتِ جاذبہ** ہے۔

ہم یہ نہیں کہہ سکتے کہ قوت حقیقت میں کیا چیز ہے۔ چنانچہ اِس کی جو تعریف، ہم نے بیان کی ہے اُس سے بھی اِس کی اصلیت پر کچھ روشنی نہیں پڑتی۔ تعریف میں ہم نے صرف اِس کے ایک اثر کا ذکر کردیا ہے اور بتادیا ہے کہ یہ اثر تمہاری نگاہ سے گزرے تو سمجھ لو کہ کسی قوت کا نتیجہ ہے۔ جو کچھ ہم دیکھتے ہیں وہ حقیقت میں قوت نہیں بلکہ قوت کے اثر ہیں اور جس چیز سے یہ اثر پیدا ہوتے ہیں اُسی کو ہم قوت کہتے ہیں۔ قوت کبھی اِس قسم کی ہوتی ہے کہ اُس سے کسی جسم کے وجود پر دھکیلنے کی سی کیفیت پیدا ہوتی ہے۔ اِس کو **دباؤ** کہتے ہیں۔ کبھی اِس قسم کی ہوتی ہے کہ اُس سے مادی اجسام کے وجود میں کھنچاؤ کی مخالفت کا تقاضا پیدا ہو جاتا ہے۔ اِس کو **تناؤ** کہتے ہیں۔ کبھی کشش یا تنافر کے رنگ میں ظاہر ہوتی ہے۔ اِس کو **جذب و دفع** سے تعبیر کرتے ہیں۔

تعادل ــــــ جب کسی جسم پر کئی قوتیں اثر کرتی ہیں اور اُن کے اثر سے جسمِ مذکور میں نہ حرکت پیدا ہوتی ہے نہ اُس کی حرکت میں کچھ تبدیلی، تو کہتے ہیں کہ **قوتیں تعادل میں ہیں**۔ فی الحال ہم جن قوتوں کا ذکر کرینگے وہ اِس قسم کی ہونگی جن کو ہم دلن کہتے ہیں اور اُن کی اِکائی ایک پونڈ کا وزن ہوگا یا ایک گرام کا وزن۔ اِس بات کو یاد رکھو جب ہم سات پونڈ کی قوت کا نام لینگے تو اِس سے مراد وہ قوت ہوگی جو سات پونڈ وزن کے ساتھ تعادل پیدا کرسکتی ہے۔

عمل اور ردِّ عمل ــــــ قوت کے ہر عمل کے لئے ہمیشہ ایک مساوی اور متضاد عمل ہوتا ہے جس کو **ردِّ عمل** کہتے ہیں۔ اپنے ہاتھ سے میز کو دباؤ تو تمہیں محسوس ہوگا کہ دوسری طرف سے تمہارے ہاتھ پر بھی گویا ایک دباؤ سا پڑ رہا ہے جو تمہارے ہاتھ کے دباؤ کا مقابلہ کرتا ہے۔ اِسی کا نام ردِّ عمل ہے۔ تمہارے ہاتھ کا عمل اور میز کا ردِّ عمل مقدار میں برابر ہیں اور اَثر میں متضاد۔ یہ نہ ہوتا تو تعادل کا پیدا ہونا ممکن نہ تھا۔ اِسی طرح، اگر رسی کو کھونٹی سے باندھ دیں اور کھینچ کر اُس کو سیدھا کرلیں تو ہم کہینگے کہ رسّی تناؤ میں ہے۔ اب ذرا اِس واقعہ کی اصلیت پر غور کرو۔ تمہارا ہاتھ رسّی کو کھینچتا ہے۔ یہ ایک قوت کا عمل ہے۔ اِس کے اثر سے اُس نقطہ پر جہاں رسّی بندھی ہوئی ہے ایک متضاد کھنچاؤ پیدا ہو جاتا ہے۔ یہ ردِّ عمل ہے۔ اِس سے ظاہر ہے کہ رسّی کو کھینچ کر تان دینے کے لئے دو قوتیں درکار ہیں جو تمام رسّی کے ساتھ ساتھ

متضاد سمتوں میں عمل کرتی ہیں۔ کوئی قوت کسی جسم کو متحرک کردیتی ہے تو وہاں بھی عمل اور ردِّ عمل دونوں کا وجود پایا جاتا ہے۔ مثلاً جب توپ داغتے ہیں تو گولہ سامنے کی طرف حرکت کرتا ہے اور اگر توپ اپنی جگہ پر مضبوطی سے جمی ہوئی نہ ہو تو وہ پیچھے کی طرف ہٹنے لگتی ہے۔ اِن واقعات کی بنا پر نیوٹن نے ایک کلیہ قائم کرلیا ہے۔ یہ کلیہ، نیوٹن کا تیسرا کلیۂ حرکت ہے۔ اِس کو ذیل کے لفظوں میں ادا کرسکتے ہیں:—

نیوٹن کا تیسرا کلیۂ حرکت ——— **عمل اور ردِّعمل ہمیشہ مساوی اور متضاد ہوتے ہیں۔**

قوتوں کی تخمین اور تعبیر ——— قوت اُس چیز کو کہتے ہیں جو کسی جسم کی حالت کو سکون سے حرکت میں اور حرکت سے سکون میں بدل دیتی ہے یا بدل دینے کا تقاضا کرتی ہے۔ اِس تعریف کو نگاہ میں رکھ کر قوت کا دو طرح سے اندازہ ہوسکتا ہے۔

۱۔ کمانیدار ترازو کا تناؤ دیکھو۔

۲۔ جس قوت کا اندازہ کرنا ہو اُس کا زمین کی قوتِ جاذبہ کے ساتھ مقابلہ کرلو۔ اِس میں باٹ استعمال کرنے پڑینگے۔ اور یہ دیکھنا ہوگا کہ قوتِ مذکور کے ساتھ تعادل پیدا کرنے کے لئے کتنے وزن کے باٹ درکار ہیں۔

اِس دُوسری صورت میں قوت کی مقدار کا اندازہ کرنے میں یہ بات دیکھی جاتی ہے کہ جاذبہ کے مقابلہ میں قوتِ مذکور کتنے

کھنچاؤ کو سنبھال سکتی ہے یا کتنے دباؤ کا مقابلہ کر سکتی ہے - اس حالت میں قوت کی اِکائی پونڈ کا وزن ہوگا یا گرام کا وزن - اور اِن ہی سے ہم قوت کی مقدار ناپینگے - اسی بنا پر عموماً اختصار کے لئے "اِتنے پونڈ کی قوت" کہہ دیتے ہیں - حالانکہ مراد اِس سے وہ قوت ہے جو "اِتنے پونڈ وزن" کا مقابلہ کر سکتی ہے -

کسی قوت کے اثر کو بخوبی سمجھنے کے لئے تین چیزوں کا جاننا ضروری ہے :-

۱- **قوت کا نقطۂ عمل** - یعنی کسی جسم کا وہ نقطہ جس پر قوت فی الواقع عمل کر رہی ہے -

۲- **قوت کا خطِ عمل** - یعنی وہ خطِ مستقیم جس پر قوت اپنے معمول کو حرکت دیتی ہے یا حرکت دینے کا تقاضا کرتی ہے - نقطۂ عمل اور خطِ عمل معلوم ہونگے تو اِن کی مدد سے قوت کی سمتِ عمل خود بخود معین ہو جائیگی -

۳- **قوت کی مقدار** -

یہ تینوں باتیں اِس قسم کی ہیں کہ ایک خطِ مستقیم سے سب کی تعبیر ہو سکتی ہے - وہ نقطہ جس سے خط شروع ہوگا وہ گویا اُس نقطہ کا جواب ہوگا جو قوت کا نقطۂ عمل ہے - اور خط بذاتِ خود خطِ عمل کو بتائیگا - اِس خط پر پیکان کی شکل بنادی جائے تو اِس سے سمتِ عمل معلوم ہوتی رہیگی - خط کا طول اِس حساب سے رکھا جا سکتا ہے کہ اُس کے طول کی اِکائیاں قوتِ مذکور کی مقدار کی اِکائیوں کا جواب ہوں -

مثلاً خط ا ب چار پونڈ کی قوت کو تعبیر کرتا ہے۔ اِس میں جو پیمانہ استعمال کیا گیا ہے اُس کا یہ حال ہے کہ ایک سنتی میٹر ایک پونڈ قوت کا قائم مقام ہے۔ علاوہ بریں اِس خط سے یہ بھی پتہ



شکل ۷۶

چلتا ہے کہ قوتِ مذکور کا نقطۂ عمل ا ہے۔ خطِ عمل ا ب، اور سمتِ عمل ا سے ب کی طرف۔ اِس کی مساوی اور متضاد قوت کا ذکر کرنا ہو تو اُس کی تعبیر خط ب ا سے ہوگی۔

ایک خط ایسا کھینچیں کہ خط ا ب کا متوازی اور طول میں اُس کے برابر ہو تو جو پیمانہ ہم نے استعمال کیا ہے اُس کے رُو سے یہ خط بھی اُسی مقدار کی قوت کو تعبیر کریگا جس کو خط ا ب تعبیر کر رہا ہے کیونکہ یہ بات متوازی خطوط کی تعریف میں داخل ہے کہ اُن کی سمت ایک ہوتی ہے۔ لیکن اِس بات کو یاد رکھنا چاہیئے کہ اِس قوت کا نقطۂ عمل وہ نہیں جو قوت ا ب کا نقطۂ عمل ہے۔ اِس لیئے دونوں قوتوں کے محل جُدا جُدا ہونگے۔

قوتیں جن کا خطِ عمل ایک ہو —— دو قوتیں اِس طرح عمل کریں کہ اُن کا خطِ عمل ایک ہو اور سمتِ عمل بھی ایک تو اِن دونوں کا اثر ایک دُوسرے کے ساتھ مِل کر ایک ہوجائیگا اِس صورت میں یہ دونوں قوتیں گویا ایک قوتِ واحد کے برابر ہونگی۔

جس کی مقدار اِن دونوں کی مقداروں کا مجموعہ اور سمتِ عمل اِن ہی کی سمتِ عمل ہوگی۔ مثلاً فرض کرو کہ چار پونڈ اور پانچ پونڈ کی



شکل ۷۷

دو قوتیں ایک ہی خط میں اور ایک ہی سمت میں عمل کررہی ہیں۔ تو اثر کے اعتبار سے یہ دونوں قوتیں ایک ایسی قوتِ واحد کے برابر ہونگی جس کی مقدار نو پونڈ اور سمتِ عمل وُہی ہو۔

قوتِ واحد جو نتیجہ کے اعتبار سے دو یا دو سے زیادہ قوتوں کا جواب ہو اُس کو اِن قوتوں کا **حاصل** کہتے ہیں اور اصلی قوتیں اِس حاصل کے اجزاء کہلاتی ہیں۔ اجزاء معلوم ہوں تو اُن کا حاصل معلوم کرنے کو ترکیبِ قوائے کہینگے۔

ایک سے زیادہ قوتیں ایک ہی خط اور ایک ہی سمت میں عمل کررہی ہوں تو ظاہر ہے کہ اُن کا حاصل اُن سب کا مجموعہ ہوگا۔ لیکن اگر اِن قوتوں کا خطِ عمل ایک ہو اور سمتِ عمل میں تضاد پایا جائے تو یہ دیکھنا پڑیگا کہ ہر سمت میں قوائے عاملہ کا مجموعہ کیا ہے۔ پھر اِن دونوں مجموعوں کا حاصلِ تفریق اِن سب قوتوں کا حاصل ہوگا۔ مثلاً ۵ پونڈ اور ۶ پونڈ کی دو قوتیں ایک ہی خطِ مستقیم میں عمل کرتی ہوں اور اُن کی سمتِ عمل **شمال** کو ہو تو اُن کا حاصل ۱۱ پونڈ کی قوت ہوگا۔ لیکن اگر اُن کے ساتھ ۳ پونڈ اور ۵ پونڈ

کی دو قوتیں اَور شامل ہوجائیں جن کا خطِ عمل تو وُہی ہو مگر سمتِ عمل شمال کی بجائے جنوب کو ہو تو اِس صورت میں اِن چاروں قوتوں کا حاصل ایک ایسی قوت ہوگی جس کی مقدار (۵ + ۶)-(۳+۵) یعنی ۳ پونڈ ہَے اور سمتِ عمل شمال کی طرف -

اِس بات کو یاد رکھو کہ قوت کو ہم اُس کے اثر سے پہچانتے ہیں۔ اِس لئے اگر ہم یہ دیکھیں کہ مختلف قوتوں کا اثر یکساں ہو رہا ہَے تو ہمارا حق ہوگا کہ اِن قوتوں کو مقدار میں ایک دوسرے کے مساوی مان لیں۔ چنانچہ دو قوتیں کسی ذرّہ یا جسم پر، ایک ہی خط پر متضاد سمتوں میں عمل کرتی ہوں اور اُن کے عمل سے ذرّہ کے وجود میں کوئی حرکت پیدا نہ ہو تو یہ دونوں قوتیں باہم مساوی ہَیں۔



شکل ۳۷

مثلاً ذرّہ ل پر ایک قوت ل ج کی سمت میں عمل کر رہی ہَے اور دُوسری ل س کی سمت میں اِس طور پر کہ خط ج ل س ایک خطِ مستقیم ہے۔ اور اِن کے عمل سے ل کے وجود میں کوئی حرکت پیدا نہیں ہوتی تو خطوط ل ج اور ل س جن قوتوں کی تعبیر ہَیں وہ مقدار میں ایک دوسرے کے برابر ہونگی۔

دو یا دو سے زیادہ قوتیں کسی جسم پر عمل کریں اور اُن کے عمل سے جسمِ مذکور کی حرکت یا سکون کی حالت میں کوئی تغیر واقع نہ ہو

تو یہ قوتیں تعادل میں ہونگی۔

قوتوں کا متوازی الاضلاع ——— جب دو قوتیں ایک ہی نقطہ پر عمل کرتی ہیں اور اُن کے خطوطِ عمل کی سمتوں سے زاویہ پیدا ہو جاتا ہے تو ظاہر ہے کہ اِن کے حاصل کا خطِ عمل اِن میں سے کسی کے خطِ عمل کے ساتھ متحد نہیں ہو سکتا۔ ضرور ہے کہ حاصل کی سمتِ عمل اِن قوتوں کے عمل کی سمتوں کے درمیان رہے۔ یہ بھی ظاہر ہے کہ جس قوت کی مقدار زیادہ ہوگی حاصل کا خطِ عمل اُس کے خطِ عمل کے قریب تر پڑیگا۔

فرض کرو کہ ۱۰ پونڈ کی قوت نقطہ م پر عمل کرتی ہے اور م لا اس کا خطِ عمل ہے۔ اب اگر ایک سنتی میتر طول کا خط، قوت کی ایک اِکائی کی تعبیر ہو تو خط م ا جس کا طول ۱۰ سنتی میتر ہے اِس کُل قوت کی تعبیر ہو گا۔ فرض کرو، ایک اَور ۷ پونڈ کی قوت نقطہ م پر عمل کر رہی ہے اور اِس کی سمتِ عمل، قوت م ا کے ساتھ ۴۵° کا زاویہ بناتی ہے۔ تو اِس صورت میں ۷ سنتی میتر طول کا خط م ب اِس قوت کو تعبیر کریگا۔



شکل ۹۰

نقطہ م اگر حرکت کر سکتا ہے تو ظاہر ہے کہ اِن قوتوں کی تحت

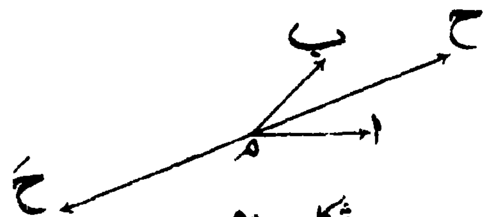
میں حرکت کرنے لگیگا۔ اور اُس کا خطِ حرکت، م ا اور م ب کے درمیان کسی جگہ ہوگا۔ دونوں قوتیں مقدار میں مساوی ہوتیں تو یہ خط، م ا اور م ب کے درمیان اس طرح واقع ہوتا کہ اِس سے زاویہ ا م ب کی تنصیف ہوجاتی۔ لیکن ہماری مثال میں یہ قوتیں مساوی نہیں۔اِس لئے یہ صورت تو پیدا نہیں ہوسکتی۔ تاہم اِس میں شک نہیں کہ حاصل کا خطِ عمل بڑی قوت کے خطِ عمل کے قریب تر ہونا چاہئے۔

فرض کرو کہ حاصل کی سمتِ عمل م ح ہے۔اِس میں شک نہیں کہ ایک قوتِ واحد، خط م ح پر عمل کر رہی ہو تو وہ نقطہ م کو م ح ہی کی سمت میں حرکت دیگی۔ اور یہ وُہی سمت ہے جس میں قوت م ا اور قوت م ب کے عمل کا نتیجہ ظاہر ہوتا ہے۔ اِس سے ظاہر ہے کہ جب دو قوتیں ایک نقطہ پر زاویہ بناتی ہوئی عمل کرتی ہیں تو اِس صورت میں بھی اُن کا حاصل ایک قوتِ واحد ہے جس کے وجود سے وُہی نتیجہ پیدا ہوتا ہے جو اِن دونوں قوتوں کے عمل کا مجموعی نتیجہ ہے۔

لیکن اِس حاصل کی ٹھیک ٹھیک مقدار اور سمتِ عمل کی تعیین کیونکر ہو؟ یہ بات تجربہ سے حاصل ہوسکتی ہے۔ ایک تیسری قوت ایسی معلوم کرو جو مقدار میں اِس حاصل کے برابر ہو اور سمتِ عمل میں متضاد۔ ظاہر ہے کہ یہ قوت ہماری دونوں قوتوں م ا اور م ب کے ساتھ تعادل پیدا کردیگی۔

فرض کرو کہ شکل ۸۰ میں م ح ہماری دونوں قوتوں

م ا اور م ب کے حاصل کی تعبیر ہے۔ اور م حَ ایک تیسری قوت جو دونوں قوتوں م ا اور م ب کے اثر کو زائل کر دیتی ہے۔ تو اِس صورت میں م حَ ایک ایسی قوت ہے جو مقدار میں م ح



شکل ۸۰

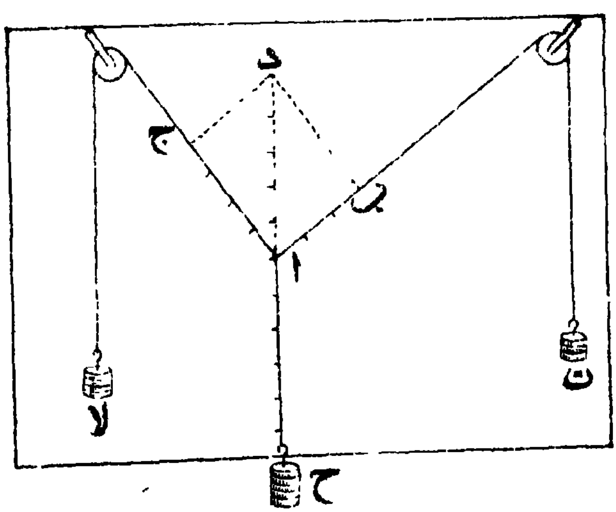
کے برابر ہے اور سمتِ عمل میں اُس کی متضاد۔ اِس قوت کی مقدار اور سمتِ عمل معلوم ہو جائے تو پھر اِس کی مدد سے م ح کی مقدار اور سمتِ عمل کا دریافت کر لینا کچھ دشوار نہیں کیونکہ اِس کا خطِ عمل ہمیشہ قوتِ مذکور کے خطِ عمل کی سیدھ میں ہوگا۔

یہ بات تجربہ سے ثابت ہے اور استدلال بھی اِسی کی تائید کرتا ہے کہ اگر ہم دو خط لے لیں جو کسی زاویہ پر عمل کرنے والی دو قوتوں کو تعبیر کرتے ہوں اور اِن خطوں کو دو متصل ضلعے مان کر ایک متوازی الاضلاع بنائیں تو خطوطِ مذکور کے نقطۂ اتصال میں سے گزرتا ہوا جو خط اِس متوازی الاضلاع کا وتر ہوگا وُہی اِن دونوں قوتوں کے حاصل کو تعبیر کریگا۔ یہ اُصول جو ہم نے زاویہ پر عمل کرنے والی دو قوتوں کے متعلق بیان کیا ہے اِس کو قوتوں کے **متوازی الاضلاع** کا کلیہ کہتے ہیں۔ سہولت کے لئے اِس کو ذیل کے لفظوں میں یاد رکھو:—

دو قوتیں کسی نقطہ پر زاویہ بناتی ہوئی عمل کریں اور

اِن نقطہ سے کھنچے ہوئے دو خط اِن قوتوں کی مقدار اور سمتِ عمل کی تعبیر ہوں تو اِن خطوں پر جو متوازی الاضلاع تیار کیا جائیگا اُس کا نقطۂ مذکور میں سے گزرنے والا وتر اِن قوتوں کے حاصل کی مقدار اور سمتِ عمل کو تعبیر کریگا

تجربہ ۶۹ ———— آؤ اِس مسئلہ کو اب تجربہ کی مدد سے دیکھیں۔ تین مضبوط تاگے لو۔ اُن کے سرے ایک دُوسرے کے ساتھ مِلاکر گرہ لگا دو۔ پھر تختۂ سیاہ کے اوپر والے دو کونوں پر ایک ایک چرخی لگاکر ایک ایک تاگا اِن کے اُوپر سے گزار دو۔ اور تیسرے تاگے کو نیچے کی طرف لٹکتا رہنے دو۔ چرخیاں ایسی ہونی چاہئیں کہ گھومتے وقت بہت کم رگڑ پیدا کریں۔ اب تینوں تاگوں کے آزاد سروں پر ایک ایک وزن لٹکا دو۔ اور



شکل ۱۸۰

اِس بات کا خیال رکھو کہ کوئی سے دو وزن مِل کر مقدار میں تیسرے سے زیادہ ہیں۔

فرض کرو کہ ب پر ۴ پونڈ کا وزن ہے۔ ن پر ۳ پونڈ کا۔ اور ح پر ۵ پونڈ کا۔ اِن وزنوں کو آزاد چھوڑ دو کہ خود بخود تعادل میں آ جائیں۔

اب ذرا اِس واقعہ کی اصلیت پر غور کرو۔ اِس وقت تمہارے سامنے تین قوتیں ہیں جو نقطۂ ا پر عمل کر رہی ہیں۔ اور اُس کو تعادل میں رکھے ہوئے ہیں۔ ۴ پونڈ کی قوت اج کی سمت میں عمل کر رہی ہے، ۳ پونڈ کی قوت اب کی سمت میں، اور تیسری ۵ پونڈ کی قوت اح کی سمت میں عموداً نیچے کی طرف کو۔ تختۂ سیاہ پر تینوں تاگوں کے نیچے خط کھینچ لو۔ اور اِن قوتوں کو تعبیر کرنے کے لئے ایک خاص پیمانہ مقرر کر کے اِن خطوں پر نشان لگا دو کہ ہر ٹکڑا ایک ایک پونڈ قوت کی تعبیر ہو۔

اب اب اور اج کو ایک متوازی الاضلاع کے متصل ضلعے مان کر متوازی الاضلاع کو مکمل کر دو۔ پھر اِس میں اد وتر کھینچ کر اُس کا طول ناپ لو۔ تم دیکھو گے کہ اِس قسم کے ہر تجربہ میں دو باتیں ہمیشہ پائی جاتی ہیں:—

(۱) وتر اد عموداً کھڑا ہے۔

(۲) وتر اد میں طول کی اُتنی ہی اِکائیاں ہیں جتنی کہ ح میں وزن کی اِکائیاں۔ مثلاً ہم نے جو تجربہ بیان کیا ہے اُس میں وتر کے طول میں ۵ اِکائیاں ہیں اور تم دیکھ چکے ہو کہ ح پر جو وزن لٹک رہا ہے اُس کی مقدار میں بھی اِتنی ہی اِکائیاں ہیں۔

اِس سے ظاہر ہے کہ اگر اد ایک ایسی قوت کی تعبیر ہو جو عموداً اُوپر کی طرف کو عمل کرتی ہے تو یہ قوت مقدار میں اُس وزن کے برابر ہوگی جو ح پر عموداً نیچے کی طرف کو عمل کر رہا ہے۔ پھر اِن دونوں کے عمل کی سمتیں متضاد ہیں۔ اِس لئے قوتِ مذکورہ وزن ح کے ساتھ تعادل پیدا کریگی۔ لیکن تم دیکھ چکے ہو کہ

جن دو قوتوں کو اب اور اج تعبیر کرتے ہیں وہ بھی قوت ح کے ساتھ تعادل میں ہیں۔ یعنی قوت ح دونوں قوتوں اب اور اج کی متعادل ہے۔ اور اُس قوت کی بھی متعادل ہوسکتی ہے جس کو اد تعبیر کرتا ہے۔ بنا بریں ہمارا خط اد اُن دو قوتوں کے حاصل کی تعبیر ہے جن کو ہم نے خطوط اب، اور اج سے تعبیر کیا ہے۔

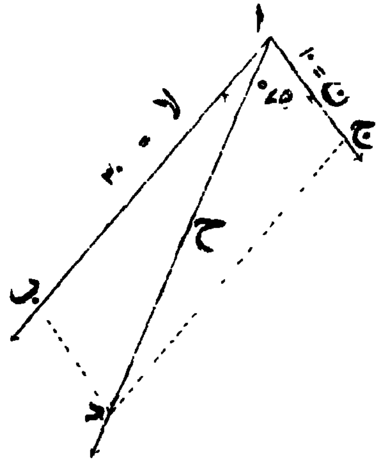
قوتوں کے متوازی الاضلاع کا استعمال ــــــ اُوپر کی تقریر سے تم نے سمجھ لیا ہوگا کہ متوازی الاضلاع کا کُلیہ کیا سکھاتا ہے۔ کسی نقطہ پر دو قوتیں ایک دوسرے کے ساتھ زاویہ بناتی ہوئی عمل کررہی ہوں تو مخض تسلیمہ کی مدد سے تم معلوم کرسکتے ہو کہ اُن کا حاصل کیا ہے اور وہ کس سمت میں عمل کرتا ہے۔ کاغذ پر کسی نقطہ سے دو خطِ مستقیم اِس طرح کھینچو کہ اُن کا درمیانی زاویہ اُس زاویہ کے برابر ہو جو اِن قوتوں کے خطوطِ عمل کے درمیان پڑتا ہے۔ پھر قوت کی ایک اِکائی کو تعبیر کرنے کے لئے طول کی کوئی اِکائی مقرر کرو اور اُس کی مدد سے دیکھ لو کہ اِن قوتوں کی کُل مقدار کو تعبیر کرنے کے لئے کتنی لمبائی درکار ہے۔ اِس مطلب کے لئے طول کی جو اِکائی تمہارا جی چاہے مقرر کرو۔ لیکن اِس بات کا خیال رکھو کہ جب اِکائی کی مقدار مقرر ہوجائے تو پھر مسئلہ زیر بحث میں یہی اِکائی ہر جگہ استعمال ہونی چاہیئے۔ شکل بڑے پیمانہ پر بنائی جائے تو حساب میں عموماً سہولت رہتی ہے۔

جب خطوں کی لمبائی اور اُن کے درمیانی زاویہ کا فیصلہ ہوجائے تو اِس کے بعد اِن خطوں کو دو متصل ضلعے مان کر متوازی الاضلاع کو کمل کرلو اور دیکھو قوتوں کے نقطۂ عمل میں سے جو اِس متوازی الاضلاع

کا وتر گزرتا ہے اُس کا طول کیا ہے۔ یہ طول پیمانہ کی مدد سے معلوم ہو سکتا ہے۔ یا اگر چاہو تو اُصولِ ہندسہ کی مدد سے دریافت کر سکتے ہو۔یہی اِن قوتوں کے حاصل کی مقدار ہوگی۔حاصل کی سمتِ عمل معلوم کرنا ہو تو یہ دیکھنا پڑیگا کہ اِس کے خطِ عمل سے دونوں قوتوں میں سے کسی ایک کے خطِ عمل کے ساتھ کس مقدار کا زاویہ پیدا ہوتا ہے۔

مثال ——— دو قوتیں لا = ۳۰ پونڈ اور ن = ۱۰ پونڈ ایک ہی نقطہ پر عمل کرتی ہیں اور اُن کے خطوطِ عمل کے درمیان ۷۵° کا زاویہ بنتا ہے۔اِن کے حاصل کی مقدار اور سمتِ عمل کیا ہوگی؟

کسی خاص پیمانہ پر ایک خط ا ب کھینچو اور فرض کرو کہ یہ خط قوت لا = ۳۰ پونڈ کو تعبیر کرتا ہے۔اب گونیہ کی مدد سے زاویہ ب ا ج ۷۵° کے برابر بناؤ اور خط ا ج کے طول کو اُسی پیمانہ کے مطابق رکھو جس کے مطابق ا ب کھینچا تھا۔ یہ خط ن = ۱۰ پونڈ کو تعبیر کریگا۔



شکل ۸۲

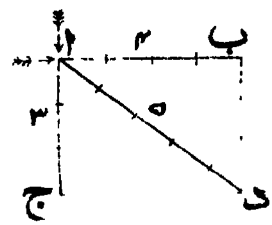
اِن دونوں خطوں پر متوازی الاضلاع بناؤ اور ا جو دونوں قوتوں کا نقطۂ عمل ہے اُس سے متوازی الاضلاع میں ا د وتر کھینچو۔ یہ وتر دونوں قوتوں کے حاصل کی مقدار اور سمتِ عمل کو تعبیر کریگا۔ اِس کو ناپ لو تو معلوم ہوگا کہ اِس میں طول کی ۴۴ اِکائیاں ہیں۔ لہذا حاصل کی مقدار ۴۴ پونڈ ہے۔ اگر یہ دیکھنا منظور ہو کہ حاصل کا خطِ عمل بڑی قوت کے خطِ عمل کے ساتھ کس مقدار کا زاویہ بناتا ہے تو گونیہ لے کر زاویہ ب ا د کو ناپ لو۔ تم دیکھوگے کہ اِس کی مقدار ۱۶° ۳۲′ ہے۔

دو قوتیں علی القوائم عمل کرتی ہوں تو اُن کا حاصل دریافت کرلینا زیادہ سہل ہے۔ اِس کے لئے ایک تو وُہی قاعدہ ہے کہ متوازی الاضلاع کا وتر ناپ کر دیکھ لو۔ اور دُوسرا قاعدہ اُقلیدس مقالہ اول شکل ۴۷ کے حکم سے پیدا ہوتا ہے۔ دو قوتیں علی القوائم عمل کرتی ہوں تو اِس صورت میں متوازی الاضلاع، مستطیل کی صورت اختیار کرلیگا اور اُقلیدس کی شکلِ مذکور کا دعویٰ ہے کہ مثلث قائم الزاویہ میں وتر کا مربع اُس کے دونوں ضلعوں کے مربعوں کے مجموعہ کا مساوی ہوتا ہے۔

مثال ——— دو قوتیں جن کی مقداریں ۳ اور ۴ کی متناسب ہیں ایک نقطہ پر علی القوائم عمل کر رہی ہیں۔ اُن کے حاصل کی مقدار اور سمتِ عمل دریافت کرو۔

ایک خاص پیمانہ مقرر کرکے کاغذ پر خط ا ب کھینچو کہ ۴ پونڈ قوت کا جواب ہو۔ پھر اُسی پیمانہ پر خط ا ج اِس طرح کھینچو کہ خط ا ب پر علی القوائم رہے اور ۳ پونڈ قوت کو تعبیر کرے۔ اِن دونوں خطوں پر متوازی الاضلاع بنالو۔ اب چونکہ یہ متوازی الاضلاع

شکل میں مستطیل ہے اس لئے



شکل ۳۰ ۔

(ا د)^2 = (ا ب)^2 + (ا ج)^2

= ۴^2 + ۳^2

= ۱۶ + ۹

= ۲۵

لہذا دونوں طرفوں کا جذر لے کر ا د = ۵

اس سے ظاہر ہے کہ اِن قوتوں کا حاصل ۵ پونڈ ہے۔ شکل میں وتر کو ناپ کر دیکھو تو اس نتیجہ کی تائید ہوجائیگی۔ پھر گونیہ سے زاویہ کو ناپ کر دیکھو کہ اِن قوتوں کا حاصل بڑی قوت کے خطِ عمل کے ساتھ °۳۷ کا زاویہ بناتا ہے۔

کسی نقطہ پر ایک سے زیادہ قوتیں عمل کرتی ہوں تو اِسی طرح اُن کا حاصل بھی معلوم ہو سکتا ہے۔ پہلے کوئی سی دو قوتیں لے لو اور دیکھو اِن کا حاصل کیا ہے۔ پھر اِس حاصل کے ساتھ ایک اَور قوت مِلا کر اِن دونوں کا حاصل دریافت کرو۔ اِس طرح تین قوتوں کا حاصل معلوم ہو جائیگا۔ اب اِس حاصل کے ساتھ چوتھی قوت مِلا کر اِن کا حاصل معلوم کرو اور اِسی طرح اخیر تک عمل کرتے

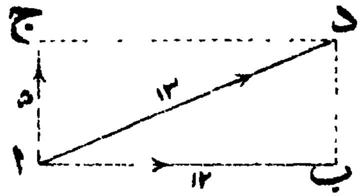
جاؤ - آخر ایک ایسی قوت معلوم ہو جائیگی جو اِن تمام قوتوں کا حاصل ہوگی -

تحلیلِ قواے ---- تم دیکھ چکے ہو کہ بہت سی قوتیں کسی ایک ہی نقطہ پر عمل کر رہی ہوں تو نتیجہ کے اعتبار سے ایک قوتِ واحد اِن سب کا حاصل ہوگی - اِس سے ظاہر ہے کہ کسی نقطہ پر ایک قوتِ واحد عمل کر رہی ہو تو اُس کی بجائے کئی قوتیں لگا کر ہم وُہی نتیجہ پیدا کر سکتے ہیں جو اِس قوتِ واحد کے وجود سے ممکن ہے - اِس عمل کو قوت کی تحلیل کہتے ہیں اور قوتِ واحد کی بجائے جو بہت سی قوتیں لگائی جاتی ہیں اور جن کا اثر وُہی ہوتا ہے جو قوتِ واحد سے ہو رہا تھا اُن قوتوں کو اِس قوتِ واحد کے اجزاء کہتے ہیں - یہ گویا اُس عمل کا عکس ہے جس کا نام ہم نے ترکیبِ قواے رکھا تھا - اِس عمل میں ہم گویا یہ بات فرض کر لیتے ہیں کہ قوتِ واحد اصل میں بہت سی قوتوں کا حاصل ہے -

کلیۂ متوازی الاضلاع کے بارے میں جو کچھ بیان ہو چکا ہے اُس کی طرف لوٹ کر دیکھو تو تمہیں معلوم ہوگا کہ کسی قوتِ واحد کی تحلیل کرنا ہو تو اُس کے لئے جو دو اجزاء تم مقرر کرو گے اُن ہی کے وجود پر حصر نہیں - اجزاء کی مقداروں میں مناسب کمی بیشی کر کے جن سمتوں میں چاہو اجزاء کا عمل مانا جا سکتا ہے - نتیجہ ہر حال میں وُہی ہوگا - اِس کی توضیح کے لئے کاغذ پر ایک خط کھینچ کر دیکھو - اِس خط کو وتر مان کر اِس پر سینکڑوں متوازی الاضلاع بنائے جا سکتے ہیں - اِن شکلوں میں سے ہر ایک کے دو متصل ضلعے جن

قوتوں کو تعبیر کرینگے وترِ مذکور اُن ہی کے حاصل کی تعبیر ہوگا- اِس سے ظاہر ہے کہ کسی ایک قوتِ واحد کی تحلیل سے کئی اجزاء پیدا ہو سکتے ہیں- لیکن سب سے زیادہ سہولت اِس بات میں رہتی ہے کہ قوتِ واحد کی تحلیل اِس طرح کی جائے کہ اُس کے دونوں اجزاء ایک دُوسرے پر علی القوائم ہوں -

فرض کرو کہ ا د ایک ایسی قوت کو تعبیر کرتا ہے جس کی مقدار ۱۳ پونڈ اور اُس کا نقطۂ عمل ا ہے- اِس کے اجزاء معلوم کرنے کے لئے یہ دیکھنا ہوگا کہ خط ا د کس متوازی الاضلاع کا وتر ہے- اِس خط کو وتر مان کر جتنے متوازی الاضلاع چاہو بنا لو- لیکن ہم اُوپر بتا چکے ہیں کہ کسی قوت کی تحلیل علی القوائم میں ہمیشہ سہولت رہتی ہے- اِس میں صرف اِتنا کام کرنا پڑتا ہے کہ قوتِ مذکور کے نقطۂ عمل سے ایک عمودی خط کھینچ لیا جائے اور دُوسرا خط اُفق کے متوازی۔



شکل ۱۲۵

جس قوت کا ہم نے ذکر کیا ہے اُس کے نقطۂ عمل ا سے ایک اُفقی خط ا ب کھینچو اور اُس پر خط ا ج علی القوائم کھڑا کرو- پھر خط د ج خط ب ا کے متوازی اور خط د ب خط ج ا کے متوازی کھینچ کر

متوازی الاضلاع کو مکمل کردو - قوتوں کے متوازی الاضلاع کا کلیہ ہمیں بتاتا ہے کہ ا د دو قوتوں اب اور اج کے حاصل کی تعبیر ہے۔ اس طرح ہم نے ا د ایک قوتِ واحد کو دو قوتوں اب اور اج میں تحلیل کردیا ہے جو ایک دُوسرے پر علی القوائم عمل کرتی ہیں۔ طول کی جن اِکائیوں میں خط ا د کی لمبائی ۱۳ ہے اُن ہی میں اب اور اج کی پیمائش کرو تو معلوم ہوگا کہ قوت اب = ۱۲ پونڈ اور قوت اج = ۵ پونڈ ہے۔ قواعدِ مساحت یا اصولِ ہندسہ سے بھی یہ نتیجہ حاصل ہوسکتا ہے۔

ایک قوتِ واحد کو دو قوتوں میں تحلیل کردینے کی ایک عمدہ مثال اُس وقت ملتی ہے جب کوئی شخص تمہارے سامنے بھاری پتھر کو رسّی میں باندھ کر زمین پر گھسیٹ رہا ہو۔ فرض کرو کہ رسّی کا طول سطحِ زمین کے ساتھ °۳۰ کا زاویہ بناتا ہے۔ اِس وقت قوتِ واحد جو پتھر کو کھینچ رہی ہے فی الحقیقت دو حصوں میں بٹ جاتی ہے، جن میں سے ایک حصۂ عموداً اُوپر کی طرف عمل کرتا ہے اور پتھر سے زمین پر جو دباؤ پڑتا ہے اُس کو کم کردیتا ہے۔ دُوسرا حصہ اُفق کے متوازی عمل کرتا ہے اور اس کے اثر سے پتھر حرکت کرنے لگتا ہے۔ فرض کرو کہ رسّی پر ۸ پونڈ قوت کا کھنچاؤ پڑ رہا ہے۔ کاغذ پر ۸ اِکائی طول کا وتر کھینچ کر اُس پر مستطیل شکل کا متوازی الاضلاع بناؤ اور ناپ کر دیکھو کہ قوتِ مذکور کے جزوِ عمودی اور جزوِ اُفقی کتنے کتنے ہیں۔ ایک تقریباً ۷ پونڈ اور دُوسرا تقریباً ۴ پونڈ نکلیگا۔

اِس بات کو یاد رکھو کہ جزوِ عمودی صرف پتھر کے دباؤ کو

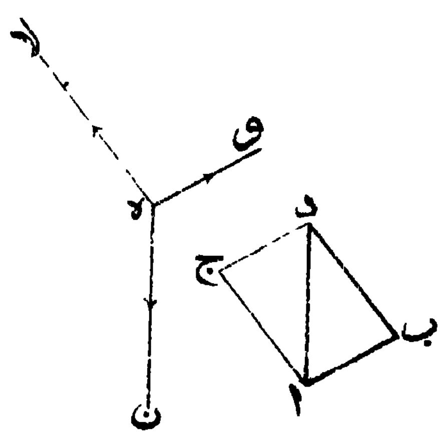
کم کرتا ہے - اس کی حرکت میں اسے کچھ دخل نہیں - اسی طرح جزوِ افقی کا کام صرف پتھر کو حرکت دینا ہے - پتھر کے دباؤ پر اس کا کچھ اثر نہیں پڑتا - اور واقعہ یہ ہے کہ جب ہم کسی قوتِ واحد کو دو قوتوں میں علی القوائم تحلیل کردیتے ہیں تو ہر جزء کا یہ حال ہوتا ہے کہ ان سمتوں میں قوتِ مذکور کا جتنا اثر ہے وہ سب ان اجزاء کے وجود میں ظاہر ہوجاتا ہے - مثلاً شکل ۹۴ میں دو قوتیں اب اور اج، قوت اد کے اجزا ہیں اور اس کو پورے طور سے تعبیر کرتے ہیں - لیکن اب کی سمت میں قوت اج کا کوئی اثر نہیں - اس لئے اب کی سمت میں قوت اد کا جتنا اثر ہے اس سب کو قوت اب تعبیر کر رہی ہے -

قوتوں کا مثلث ——— یہ تم نے دیکھ لیا ہے کہ دو قوتیں ایک نقطہ پر عمل کر رہی ہوں تو قوتوں کے متوازی الاضلاع کی مدد سے ہم ان کا حاصل معلوم کرسکتے ہیں - اب آؤ یہ دیکھیں کہ تین قوتیں ایک نقطہ پر عمل کرتی ہوئی تعادل پیدا کردیں تو اس سے کیا کیفیت پیدا ہوگی .. قوتیں چونکہ تعادل میں ہیں اس لئے ظاہر ہے کہ ان میں سے ہر ایک باقی دو کی متعادل ہوگی - مثلاً شکل ۹۵ میں تین قوتیں ہ لا ہ ن اور ہ و نقطہ ہ پر عمل کرتی ہیں اور تعادل کی حالت میں ہیں - تو اس صورت میں قوت ہ ن، دوسری دونوں قوتوں ہ لا اور ہ و کے اثر کو زائل کردیگی - کیونکہ یہ ضروری ہے کہ یہ قوت، مقدار میں دوسری دونوں قوتوں ہ لا اور ہ و کے حاصل کے برابر ہو اور سمتِ عمل میں متضاد - ورنہ تعادل ممکن نہیں - اسی طرح قوت ہ لا دوسری دونوں

قوتوں ہ ن اور ہ و کی **متعادل** ہوگی اور قوت ہ و دُوسری دونوں قوتوں ہ لا اور ہ ن کی **متعادل** ۔

تین قوتیں ایک نقطہ پر عمل کر رہی ہوں اور باہم تعادل کی حالت میں ہوں تو کوئی مثلث جس کے ضلعے اِن قوتوں کے خطوطِ عمل کے متوازی ہو نگے اُس کا ہر ضلع اپنی متوازی قوت کا متناسب ہوگا۔

اِس مسئلہ کو ثابت کرنے کے لئے فرض کرو کہ ہ لا، ہ ن، اور ہ و تین قوتیں نقطہ ہ پر عمل کرتی ہیں اور تعادل کی حالت میں ہیں۔ کسی نقطہ ا سے ایک خط اج کسی معیّن پیمانہ پر ہ لا کا متوازی



شکل ۵۵

اور متناسب کھینچو ۔ اِسی پیمانہ پر ایک اور خط اب کھینچو جو ہ ن کا متوازی ہو ۔ پھر متوازی الاضلاع اب دج کو مکمل کردو اور ا د

اِس میں وتر کھینچو- اب ہم یہ ثابت کرنا چاہتے ہیں کہ مثلث ا ب د کے ضلعے، ہ لا ہ ن اور ہ و کے متوازی اور متناسب ہونگے۔

ا ب کو ہم نے خود ہ ن کے متوازی کھینچا ہے اور یہ خط ایک خاص پیمانہ پر، مقدار اور سمتِ عمل میں قوت ہ ن کو تعبیر کرتا ہے۔ اِسی طرح ا ج قوت ہ لا کی تعبیر ہے۔ لیکن شکل سے ظاہر ہے کہ ب د خط ا ج کا مساوی اور متوازی ہے۔ اِس لئے یہ خط بھی مقدار اور سمتِ عمل میں قوت ہ لا کو تعبیر کرتا ہے۔ اِسی طرح، ا د کو دیکھو تو وہ ہ و کا متوازی ہوگا۔ لیکن قوتوں کے متوازی الاضلاع کے رُو سے تم جانتے ہو کہ ا د دو قوتوں ا ج اور ا ب کے حاصل کی تعبیر ہے۔ یا یوں کہو کہ یہ ہ لا اور ہ ن کے حاصل کو تعبیر کرتا ہے۔ یہ ظاہر ہے کہ ا د جب ا ج اور ا ب کا حاصل ہے تو د ا اِن دونوں قوتوں کا، یا یوں کہو کہ ہ لا اور ہ ن کا، متعادل ہوگا۔ لیکن تم پہلے دیکھ چکے ہو کہ ہ و بھی اِن ہی دو قوتوں کا متعادل ہے۔ اِس لئے د ا مقدار اور سمتِ عمل میں ہ و کی تعبیر ہے۔ لہٰذا مثلث ا ب د کے ضلعے ا ب، ب د، اور د ا، بالترتیب تین قوتوں ہ ن، ہ لا اور ہ و کو تعبیر کرینگے۔

اِس مسئلہ کا عکس بھی صحیح ہے جس کو ہم یوں بیان کرسکتے ہیں کہ ایک نقطۂ واحد پر عمل کرنے والی تین قوتیں اِس قسم کی ہوں کہ کسی مثلث کے تین ضلعوں کو علی الترتیب لے کر اِن قوتوں کی مقدار اور سمتِ عمل کو تعبیر کرسکیں تو یہ تین قوتیں تعادل میں ہونگی۔

اس مسئلہ کو عموماً **مثلثِ قوائے کا مسئلہ** کہتے ہیں۔ مثلثِ قوائے کی جو صورتیں ہم نے بیان کی ہیں اِن کی مدد سے کئی مسائل حل ہو جاتے ہیں۔ مزید توضیح کے لئے ذیل کی مثالوں پر غور کرو:—

مثال ——— چار، دس، اور تیرہ اِکائیوں کی تین قوتیں ایک نقطۂ واحد پر عمل کرتی ہیں۔ اِنہیں کس ترتیب سے رکھنا چاہئے کہ تعادل پیدا ہو جائے؟ کیا بارہ، چھ اور چار اِکائیوں کی قوتوں کے لئے بھی کوئی ایسی ترتیب ممکن ہے؟

جواب ——— ایک مثلث بناؤ جس کے ضلعوں میں طول کی چار، دس، اور تیرہ اِکائیاں ہوں۔ پھر اِس مثلث کے خارج میں ایک نقطہ کا لو اور اِس نقطہ سے تین خط کھینچو جن میں کا ہر ایک مثلث کے ایک ضلع کا متوازی ہو۔ اِن خطوں کے درمیانی زاوئے ناپ لو۔ یہی ترتیبِ مطلوب ہے۔

بارہ، چھ، اور چار، اِکائیوں کے تعادل کے لئے کوئی ترتیب ممکن نہیں۔ اِس مقدار کی قوتیں کسی مثلث کے ضلعوں سے تعبیر نہیں ہو سکتیں۔ ہر مثلث کے لئے ضروری ہے کہ اُس کے ہر دو ضلعوں کا مجموعہ تیسرے ضلع سے بڑا ہو۔ اور ہمارے سامنے جو مثال ہے اُس میں یہ شرط موجود نہیں۔

مثال ——— چالیس پونڈ کا وزن دو ڈوریوں کے ساتھ لٹکا ہوا ہے۔ ایک ڈوری کا طول ۲ فٹ ہے اور دوسری کا ۹ انچ۔ ڈوریوں کے دوسرے سرے دو نقطوں کے ساتھ اٹکے ہوئے ہیں۔ یہ نقطے ایک ہی خط افقی میں ہیں اور اِن کے درمیان ۲½ فٹ کا فاصلہ ہے۔ بتاؤ اِن ڈوریوں پر کتنا کتنا کھنچاؤ پڑ رہا ہے۔

جواب ——— ا ب ایک خطِ اُفقی کھینچو اور فرض کرو کہ

یہ کسی خاص پیمانہ پر ۳۰ انچ کو تعبیر کرتا ہے - اِس خط پر ایک مثلث بناؤ جس کے ضلعے اُسی پیمانہ پر ۲۴ انچ اور ۹ انچ کا جاب ہوں - اب مثلث کے نقطہ ج پر لٹکے ہوئے وزن کی صورت دکھا دو تو یہ شکل مثال میں دئے ہوئے واقعات کا جواب ہے - اِس میں نقطہ ج تین قوتوں کے زیرِ عمل تعادل کی حالت میں ہے - ایک قوت ایک ڈوری کا تناؤ ہے جو ج ا کی سمت میں عمل کرتا ہے - دوسری قوت دوسری ڈوری کا تناؤ ہے جس کی سمت ل ج ب ہے - تیسری قوت ۴۰ پونڈ کا وزن ہے - اور یہ وزن عموداً نیچے کی طرف کو عمل کر رہا ہے -

ایک خط ك لا، وزن کی سمتِ عمل کے متوازی کھینچو اور اُس کا طول اِتنا رکھو کہ کسی خاص پیمانہ پر ۴۰ پونڈ کی تعبیر ہو - نقطہ ك اور نقطہ لا میں سے ج ا اور ج ب کے متوازی خط کھینچو - اِن خطوں سے ایک مثلث بن جائیگا اور یہی ہمارا مطلوب مثلثِ قواء ہوگا - ك ھ اور ھ لا کا طول ناپ لو - جو پیمانہ تم نے اختیار کیا ہے اُس کے مطابق یہ طول ج ا اور ج ب کے تناؤ کے ماپ ہونگے - حساب سے اِن کی مقدار ۵ء ۴۴ پونڈ اور ۳۲ پونڈ نکلیگی -

مثال ——— تین قوتیں تعادل کی حالت میں ہیں - اُن کی سمتِ عمل کے متوازی خطوط کھینچ کر ایک مثلث بنایا تو معلوم ہُوا کہ اِسکے ضلعے ۱۳، ۱۲ اور ۵ سنتی میٹر ہیں - ۵ سنتی میٹر کا ضلع جس قوت کے متوازی ہے اُس کی مقدار ۱۵۰ گرام ہے - باقی دونوں قوتوں کی مقدار دریافت کرو - اور بتاؤ جن قوتوں کو ۱۲ سنتی میٹر اور ۵ سنتی میٹر تعبیر کرتے ہیں اُن کے درمیان کے درجہ کا زاویہ ہے -

جواب ——— جس پیمانہ پر مثلث بنایا گیا ہے اُس میں

۵ سنتی میتر طول ۱۵۰ گرام قوت کی تعبیر ہے۔

لہذا ۱ سنتی میتر طول ۳۰ گرام قوت کی تعبیر ہوگا۔

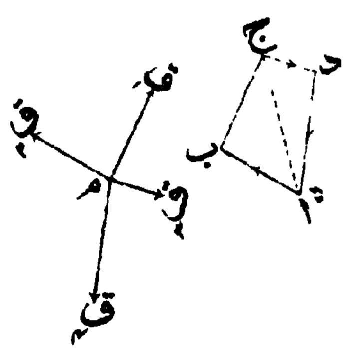
۱۳ سنتی میتر طول ۱۳ × ۳۰ = ۳۹۰ گرام قوت کو تعبیر کریگا۔

اور ۱۲ سنتی میتر طول ۱۲ × ۳۰ = ۳۶۰ گرام قوت کو تعبیر کریگا۔

اب چونکہ ۱۳² = ۱۲² + ۵²

لہذا ہمارا مثلث قائم الزاویہ ہے اور زاویہ مطلوبہ = ۹۰°

تجربہ [illegible] —— قوتوں کا کثیر الاضلاع - میز پر کاغذ کا ایک تختہ رکھو۔ کسی نقطہ ھ پر کیل گاڑ کر اُس کے ساتھ چار تاگے (شکل [illegible]) باندھو۔ اِن تاگوں کے آزاد سِرے چار کمانیدار ترازوؤں میں لگا دو۔ اِن ترازوؤں کو اپنی اپنی سمتوں میں اِس قدر کھینچو کہ کمانیوں میں مناسب کھنچاؤ پیدا ہو جائے۔ پھر ترازوؤں کو اِسی حالت میں میز پر گڑی ہوئی کیلوں کے ساتھ اٹکا دو۔ فرض کرو کہ ترازوؤں کی لگائی ہوئی قوتیں ق۱، ق۲، ق۳، ق۴ ہیں۔ کاغذ پر اِن قوتوں کی سمتوں کا نشان کرلو اور خطوط ھق۱، ھق۲، ھق۳ اور ھق۴ اِن قوتوں کے متناسب کھینچو۔ یہ ظاہر ہے کہ نقطہ ھ اِن چار قوتوں کے زیرِ عمل تعادل میں ہے۔



شکل [illegible] - قوتوں کا کثیر الاضلاع

اِن قوتوں کو تعبیر کرنے کے لئے حسبِ قاعدہ خطوط اب، ب ج، ج د اور د ا اِس طرح کھینچو کہ سمت اور طول میں قوائے مذکورہ کے متوازی اور متناسب ہوں۔ قوتوں کی سمتوں کو تعبیر کرنے کے لئے اِن خطوں پر پیکان بنادو۔

دیکھو نقطہ د نقطہ ا پر منطبق ہے۔ اور شکل کا رقبہ ہر طرف سے گھرا ہُوا ہے۔ یہ صورت پیدا نہ ہو تو سمجھو کہ تمہاری پیمائش صحیح نہیں۔

اِس تجربہ سے **قوتوں کے کثیر الاضلاع** کا اصول پیدا ہوتا ہے۔ اِس اصول کو ہم یوں بیان کر سکتے ہیں :—

کسی نقطہ پر عمل کرنے والی بہت سی قوتیں تعادل میں ہوں تو وہ، مقدار اور سمت کے اعتبار سے، بالترتیب کسی کثیر الاضلاع کے ضلعوں سے تعبیر کی جا سکتی ہیں۔

غور کرو۔ یہ اصل میں مثلثِ قوا ہی کی بدلی ہوئی صورت ہے۔ چنانچہ شکل ۸۶ میں نقطہ ا کو نقطہ ج سے مِلا دیا جائے تو خط ا ج اُس قوت کی تعبیر ہوگا جو قوت ا ب اور قوت ب ج کا حاصل ہے۔ اور خط ج ا اِن دونوں قوتوں کے **متعادل** کو تعبیر کریگا۔ اِس طرح قوتوں کو تعبیر کرنے کے لئے بنائی ہوئی شکل صرف مثلث ا ج د رہ جائیگی اور اِس میں ا د اُن دو قوتوں کا حاصل ہے جن کو ا ج اور ج د تعبیر کرتے ہیں۔ اور د ا اِن کا متعادل ہے۔ اور یہ ظاہر ہے کہ ا د اور د ا ایک دُوسرے کے اثر کو زائل کر دینگے۔

کسی نقطہ پر بہت سی قوتیں عمل کر رہی ہوں تو اِس اصول سے ہم اُن کا حاصل معلوم کر سکتے ہیں۔ اِس مطلب کے لئے صرف اِس بات کی ضرورت ہوگی کہ قوتوں کی، ترتیب وار تعبیر کے لئے ایک شکل تیار کر لی جائے۔ پھر اِس شکل کے آخری نقطہ کو سب سے پہلے نقطہ کے ساتھ مِلا دینگے تو یہی خط، حاصل کی مقدار کو تعبیر کریگا۔ اور اِس کی متضاد سمت، سمتِ حاصل کی تعبیر ہوگی۔

ساتویں فصل کی مشقیں

۱- چار قوتیں ایک نقطہ پر عمل کر رہی ہیں - ۱۸ پونڈ کی قوت عین شمال کی سمت میں عمل کرتی ہے- ۱۵ پونڈ کی قوت عین مشرق کی سمت میں- ۲۰ پونڈ کی قوت عین جنوب کی سمت میں - اور ۲۵ پونڈ کی قوت عین مغرب کی سمت میں بتاؤ ان قوتوں کے حاصل کی مقدار اور سمتِ عمل کیا ہوگی ؟

۲- مفصل بیان کرو کہ کسی مادی جسم کے جمود سے کیا مراد ہے- مادہ کی اس خاصیت کے چند نتائج بیان کرو-

۳- کسی قوت کے افقی اور عمودی اجزا بالترتیب ۶۰ پونڈ اور ۱۱۴ پونڈ وزن کے مساوی ہیں- بتاؤ اس قوت کی مقدار کیا ہے ؟

۴- قوتوں کے متوازی الاضلاع کی تشریح کے لئے ایک تجربہ بیان کرو-

۵- دیوار میں ایک کیل گڑی ہے - اس کیل کے ساتھ دو ڈوریاں بندھی ہیں- ان ڈوریوں کو افق کے متوازی اور ایک دوسری پر علی القوائم رکھ کر اس طرح کھینچو کہ ایک پر چھ پونڈ اور دوسری پر ۸ پونڈ کے مساوی قوت ہو تو کیل اکھڑ آتی ہے- اگر ڈوریوں کو اکٹھا کر لیا جائے اور کیل کو سیدھا کھینچا جائے تو کیل کو اکھاڑ لینے کے لئے کتنی قوت درکار ہوگی ؟ شکل بنا کر جواب کی توضیح کرو-

۶- دو قوتوں کی مقداریں ۳ اور ۴ کی متناسب ہیں- اور ایک نقطہ پر اس طرح عمل کر رہی ہیں کہ ان کی سمتیں ایک دوسری پر علی القوائم ہیں- ان قوتوں کے حاصل کی مقدار اور سمت کو تعبیر کرنے کے لئے کسی خاص پیمانہ پر متوازی الاضلاع بناؤ- اور شکل کو ناپ کر یا کسی اور قاعدہ سے، حاصل کی مقدار

معلوم کرو۔

۷۔ ایک لچکدار ڈوری، چھت میں گڑی ہوئی کیل کے ساتھ لٹک رہی ہے۔ اور اِس کے نیچے والے سِرے پر ایک وزن بندھا ہُوا ہے۔ یہ وزن، تاگا باندھ کر اِس طرح ایک طرف کھینچ لیا جائے کہ تاگا ہمیشہ اُفق کے متوازی رہے تو لچکدار ڈوری کا کھنچاؤ بڑھ جاتا ہے۔ اِس کی وجہ بیان کرو۔ اور شکل بنا کر اپنے جواب کی توضیح کرو۔

۸۔ ۳ گرام، ۴ گرام اور ۵ گرام کی قوتیں ایک نقطہ پر عمل کر رہی ہیں اور تعادل میں ہیں۔ اِن کے خطوطِ عمل کے درمیان کتنی کتنی مقدار کے زاویئے ہونگے؟

۹۔ اُوپر کے سوال میں قوتوں کی مقدار ۲ گرام، ۴ گرام اور ۵ گرام ہو اور تینوں قوتیں تعادل میں ہوں تو اِس صورت میں اُن کے خطوطِ عمل کے درمیان کتنی کتنی مقدار کے زاویئے ہونگے؟

۱۰۔ ۳ پونڈ وزنی تصویر ایک کیل کے ساتھ عموداً لٹک رہی ہے لٹکنے کی صورت یہ ہے کہ تصویر کے چوکھٹے کے اُوپر والے کونوں پر چھلّے ہیں۔ اِن چھلّوں کے ساتھ ایک ڈوری کے سِرے باندھ دئے گئے ہیں۔ اور ڈوری کیل پر ہے۔ اگر چوکھٹے کے اُوپر والے کنارے اور ڈوری کے دونوں حصوں سے ایک مثلث متساوی الاضلاع بن جائے تو اِس صورت میں رسّی کا تناؤ کیا ہوگا؟

۱۱۔ ۳۰ گرام کا وزن ایک ڈوری کے ساتھ لٹک رہا ہے۔ مقصود یہ ہے کہ اُفق کے متوازی قوت لگا کر وزنِ مذکور کو عمودی سمت سے اِس قدر ہٹایا جائے کہ ڈوری اِس سمت کے ساتھ ۳۰° کا زاویہ بنا دے۔ بتاؤ اِس مطلب کے لئے کتنی قوت درکار ہوگی؟

۱۲۔ ایک بھاری وزن ڈوری کے ساتھ لٹک رہا ہے ۔ اِسی ڈوری کا ایک ٹکڑا وزنِ مذکور کی نیچے والی سطح کے ساتھ لگا دیا گیا ہے۔ نیچے والی ڈوری کو جھٹکا دے کر کھینچو تو یہ ڈوری ٹوٹ جاتی ہے۔ اور بالتدریج کھینچو تو اُوپر والی ڈوری ٹوٹتی ہے۔ بتاؤ اِس واقعہ کی کیا توجیہ ہوگی ؟

آٹھویں فصل

حرکت

حرکت کی تعریف ——— حرکت سے مُراد **نقلِ مکان** ہے۔ اِس کی سب سے زیادہ سادہ شکل یہ ہے کہ اجسام کے محلوں کی تبدیلیاں ایک دُوسرے کی اضافت سے دیکھی جائیں۔ مثلاً گلی میں لڑکا دوڑ رہا ہے تو ہم کہتے ہیں کہ لڑکا حرکت میں ہے۔ اور یہ خیال اِس طرح پیدا ہوتا ہے کہ اِردگرد کے جسموں کی اضافت سے دیکھنے میں اُس کا محل دم بدم بدلتا جاتا ہے۔ لڑکے کی حرکت بیان کرنے کے لئے اِس بات کی ضرورت ہے کہ اُس کی رفتار معلوم ہو۔ جب تک رفتار کا علم نہ ہو یہ معلوم نہیں ہوسکتا کہ نقلِ مکان کس سمت میں ہو رہا ہے اور کس شرح سے ہو رہا ہے۔ حرکت کا نام سُن کر فوراً اِن دونوں باتوں کا خیال پیدا ہو جاتا ہے۔ اور اگر اِن کا علم نہ ہو تو حرکت کا بیان ادھورا رہ جاتا ہے۔

حرکت (یعنی نقلِ مکان) کی شرح کو **چال** کہتے ہیں اور اگر اِس کے ساتھ سمتِ حرکت کا بھی لحاظ ہو تو اِس صورت میں شرحِ حرکت کا نام **رفتار** ہے۔

وُہی گلی میں دوڑتے ہوئے لڑکے کی مثال نگاہ میں رکھو اور دیکھو اُس کی حرکت کے متعلق کیا کیا باتیں معلوم ہوسکتی ہیں۔ لڑکا

اپنی حرکت کے ہر ثانیہ میں (مثلاً) پانچ گز کا فاصلہ طے کر لیتا ہے تو اِس صورت میں یوں کہا جائیگا کہ اُس کی **چال** ہموار ہے اور چال کی مقدار پانچ گز فی ثانیہ ہے -

لیکن اگر اُس کی چال میں پانچ گز فی ثانیہ کا التزام نہ رہے اور اِس کی بجائے کبھی تیز تیز دوڑانے لگے اور کبھی حرکت کو سُست کردے تو اِس صورت میں اُس کی حرکت کو کس طرح بیان کرنا چاہیئے؟ اِس میں شک نہیں کہ اُس کی حرکت کی شرح بدلتی جاتی ہے۔ یا یوں کہو کہ اُس کی **چال متغیر** ہے۔ پھر اگر اِس قسم کی متغیر چال کو بیان کرنا ہو تو اِس کی کیا صورت ہونی چاہیئے؟ اِس حالت میں ہم یہ نہیں کہہ سکتے کہ اُس کی چال اِتنے گز فی ثانیہ ہے کیونکہ چال ہر ثانیہ میں مختلف ہے۔ ایسی صورتوں میں چال کے ساتھ کسی خاص لحظہ کا نام لینا بھی ضروری ہے۔ یعنی یوں کہا جائیگا کہ لڑکے کی چال **فلاں لحظہ** میں اِتنے گز فی ثانیہ تھی۔ اور اِس سے مُراد یہ ہے کہ لحظۂ مذکور میں لڑکے کی چال کا یہ عالم تھا کہ اگر اِس لحظہ کے بعد آنے والے ثانیہ میں اُس کی چال یہی رہتی تو وہ ایک ثانیہ میں اِتنے گز فاصلہ طے کر لیتا۔

چال اور **رفتار** کا علمی امتیاز بخوبی ذہن نشین کر لینا چاہیئے۔ چال سے صرف یہ مراد ہے کہ کوئی جسم کسی معلوم وقت میں کتنا فاصلہ طے کر لیتا ہے۔ سمتِ حرکت کی اِس میں کوئی تمیز نہیں۔ رفتار کے لفظ میں دونوں مفہوم پائے جاتے ہیں۔ یعنی یہ اصطلاح چال اور سمتِ حرکت دونوں پر حاوی ہے۔ مثلاً گاڑی کسی خطِ منحنی پر ساٹھ میل فی ساعت کی شرح سے چل رہی ہے اور اِس شرح میں کوئی کمی بیشی نہیں ہوتی تو

اُس کی چال ہموار ہے - لیکن اُس کی رفتار دم بدم بدل رہی ہے اِس لئے کہ سمتِ حرکت دم بدم بدل رہی ہے۔

اوسط چال ——— بہت سے مسائل میں اِس بات کی ضرورت پڑتی ہے کہ متحرک جسم کی **چال کا اوسط** معلوم ہو وُہی لڑکے کی مثال لے لو اور فرض کرو کہ اُس نے ۴۰۰ ثانیہ میں ۸۰۰ گز کا فاصلہ طے کیا ہے۔ **فاصلہ کو وقت** پر تقسیم کردو تو اِس سے لڑکے کی چال کا اوسط معلوم ہو جائیگا۔ یہ اوسط، دو گز فی ثانیہ ہے۔ اور یہ وہ چال ہے کہ حرکت کو ہموار رکھ کر اِتنی ہی دیر میں ۸۰۰ گز کا فاصلہ طے کرنے کے لئے لڑکے کو اِس چال سے چلنا چاہیئے۔

چال کی اِکائی ——— ایک فٹ فی ثانیہ کی چال کو عموماً چال کی اِکائی کے طور پر استعمال کرتے ہیں۔

حرکت دو طرح پر ہوسکتی ہے - ایک **مستقیم** اور دُوسری مستدیر۔ کوئی متحرک جسم خطِ مستقیم میں حرکت کر رہا ہو تو اُس کی حرکت کو حرکتِ مستقیم کہینگے۔ اور اگر حرکت خطِ مُنحنی میں ہے تو اِس صورت میں حرکت مستدیر ہوگی - اِس کتاب میں زیادہ تفصیل کی گنجائش نہیں۔ اِس لئے ہم صرف حرکتِ مستقیم سے بحث کرینگے۔

ہموار رفتارِ مستقیم کا اندازہ ——— کوئی جسم ہموار رفتار کے ساتھ خطِ مستقیم میں حرکت کر رہا ہو تو رفتار کی مقدار معلوم کرلینا کچھ مشکل نہیں۔ اِس مطلب کے لئے صرف یہ معلوم ہونا چاہیئے کہ جسمِ مذکور نے کتنی مدت میں کتنا فاصلہ طے کیا ہے۔ یہ دونوں باتیں معلوم ہوجائیں تو پھر طے کردہ فاصلہ کی اِکائیوں کو صرف شدہ مدت کی

اِکائیوں پر تقسیم کردینا کافی ہے۔ مثلاً کسی جسم نے ہموار رفتار کے ساتھ و ثانیہ میں فاصلہ ف طے کیا ہے تو اُس کی رفتار س حسبِ ذیل ہوگی:—

$$س = \frac{ف}{و}$$

اور اِس سے ف = س و

خطوطِ مستقیم سے رفتاروں کی پوری پوری تعبیر ہوسکتی ہے ——— رفتار کی تعریف پر غور کرو۔ اِس میں دو باتیں شامل ہیں۔ ایک شرحِ حرکت اور دُوسری سمتِ حرکت۔ یہ دونوں باتیں معلوم ہوں تو رفتار کی پوری پوری تعیین ہوسکتی ہے۔ اور خط کے متعلق تم جانتے ہو کہ جتنے طول کا چاہیں اور جس سمت میں چاہیں کھینچ سکتے ہیں۔ یعنی جو باتیں رفتار کی تعیین کے لئے ضروری ہیں وہ خط کی تعریف میں بھی موجود ہیں۔ پھر ظاہر ہے کہ اگر ہم یہ مان لیں کہ خط کا اِتنا طول، رفتار کی اِتنی مقدار کو تعبیر کریگا تو خطِ مستقیم سے رفتار کی پوری پوری تعبیر ہوجائیگی۔

تجربہ ۱ئے ——— **سمتِ واحد**۔ فرض کرو کہ ۱ اِنچ طول کا خط ۱ فٹ فی ثانیہ کی رفتار کو تعبیر کرتا ہے۔ اِس پیمانہ پر $۲\frac{۱}{۲}$، $۲\frac{۳}{۴}$، ۴، اور $۱\frac{۱}{۴}$ فٹ فی ثانیہ کی رفتاروں کو تعبیر کرنے کے لئے خط کھینچو۔

تجربہ ۲ئے ——— **متوازی سمتیں**۔ دریا ۲ میل فی ساعت کی رفتار سے بہ رہا ہے۔ اِس دریا کی رفتار کو تعبیر کرنے کے لئے ایک خط کھینچو۔ ایک آدمی جو ساکن پانی میں کشتی کو ۶ میل فی ساعت کی رفتار سے کھے سکتا ہے وہ کشتی کو دریا میں کھے رہا ہے۔ ذیل کی صورتوں

میں اس کی رفتار کو تعبیر کرنے کے لئے خط کھینچو۔

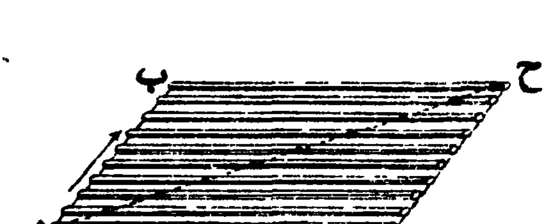
(۱) کشتی بہاؤ پر جا رہی ہے۔

(۲) کشتی چڑھاؤ پر جا رہی ہے۔

تجربہ ۳ ــــــ مائل سمتیں۔ کاغذ کے تختہ پر ایک بڑا سا دائرہ بناؤ۔ اور اُس میں دو قطر علی القوائم کھینچو۔ فرض کرو کہ ½ انچ کا خط، ا فٹ فی ثانیہ کی رفتار کو تعبیر کرتا ہے۔ پھر دائرہ کے مرکز سے شروع کرکے حسبِ قاعدہ، ذیل کی رفتاروں سے حرکت کرنے والے جسم کے مسیر کی ترسیم تیار کرو۔

۲ فٹ فی ثانیہ	شمال مشرق کی طرف
۲ فٹ فی ثانیہ	شمال کی طرف
۳ فٹ فی ثانیہ	مغرب کی طرف
۴ فٹ فی ثانیہ	جنوب مشرق کی طرف

رفتاروں کی ترکیب ــــــ مرمر کی ایک گولی لو اور اُس کو ایک نلی کے اندر حرکت میں لاؤ۔ مرمر کی گولی اور شیشہ کی نلی دونوں کی سطحیں صاف ہیں۔ اِس لئے اِن دونوں چیزوں میں رگڑ کا



شکل ۸۰۔ رفتاروں کی ترکیب اور اُن کے متوازی الاضلاع کی تشریح

چنداں احتمال نہیں ہو سکتا اور ہم اِس بات کو مان سکتے ہیں کہ نلی

میں گولی کی رفتار ہموار ہوگی۔ گولی کو حرکت دے کر نلی کو میز پر اس طرح لڑھکاتے جاؤ کہ اس کی رفتار بھی ہموار رہے (شکل ۸۷) اور اس کی سمتِ حرکت گولی کی ذاتی سمتِ حرکت پر علی القوائم ہو۔

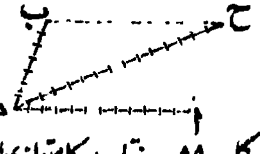
اب ذرا واقعات کی صورت پر غور کرو۔ فرض کرو کہ نلی میز کے طول کے متوازی رکھی ہے۔ اس صورت میں نلی کے اندر گولی کی حرکت میز کے طول کے متوازی ہوگی۔ اور نلی میز کے عرض کے متوازی حرکت کریگی۔ گولی چونکہ نلی کے اندر ہے اس لئے ضروری ہے کہ نلی کی حرکت میں گولی بھی شریک ہو۔ اور یہ ظاہر ہے کہ اس سمت میں دونوں کی رفتار مساوی ہوگی۔ اس سے تم سمجھ سکتے ہو کہ گولی دو رفتاروں کے ساتھ حرکت کر رہی ہے اور ان دونوں رفتاروں کی سمتیں ایک دوسری پر علی القوائم ہیں۔ ایک رفتار وہ ہے جو نلی کی رفتار ہے اور دوسری رفتار گولی کی ذاتی حرکت کی رفتار ہے۔ اسی طرح اگر سمندر میں جہاز چل رہا ہو اور جہاز کے تختہ پر کوئی مسافر ٹہل رہا ہو تو اس مسافر کی حرکت بھی دو رفتاروں کی سمت میں ہوگی۔ ایک رفتار اس کی اپنی حرکت کی رفتار، اور دوسری رفتار جہاز کے ساتھ ساتھ جہاز کی سمتِ حرکت میں۔

لیکن یہ ظاہر ہے کہ کوئی جسم ایک وقت میں صرف ایک سمت میں حرکت کر سکتا ہے اور صرف ایک معین رفتار کے ساتھ حرکت کر سکتا ہے۔ یہی رفتار اس جسم کی واقعی رفتار ہے۔ اس کو دوسری دونوں رفتاروں کا حاصل سمجھنا چاہیئے۔

رفتاروں کی ترکیب کی بحث میں سب سے آسان طریقہ یہ ہے

کہ اُن کو ایک ایک کرکے لیا جائے اور ہر ایک کے اثر کو الگ الگ دیکھا جائے۔ چنانچہ اُوپر کی مثالوں میں مرمر کی گولی یا جہاز پر ٹہلنے والے مسافر کے نقلِ مکان کی مقدار معلوم کرنا ہو تو یہ قاعدہ حساب کو سہل کر دیتا ہے۔ دونوں آزاد رفتاروں کے ملنے سے جو ایک رفتار پیدا ہوتی ہے اُس کو **رفتارِ حاصل** کہتے ہیں اور جن رفتاروں کا یہ **حاصل** ہے اُن کا نام **اجزائے حاصل** ہے۔ دونوں رفتاروں کی سمت ایک ہو تو حاصل، اِن رفتاروں کا مجموعہ ہوگا۔ اور اگر رفتاروں کا خط ایک ہے اور سمتیں متضاد ہیں تو حاصل کی مقدار اِن رفتاروں کے حاصلِ تفریق کے مساوی ہوگی۔ اگر رفتاروں کی سمتیں ایک دُوسری کے ساتھ زاویہ بناتی ہوں تو ظاہر ہے کہ حاصل کی سمت، اجزا کی سمتوں کے بَین بَین ہونی چاہیئے۔

اُسی مرمر کی مثال پر پھر غور کرو۔ فرض کرو کہ م ا (شکل ۸۵) کا طول گولی کی ذاتی رفتار فی ثانیہ کو تعبیر کرتا ہے۔ اور خط م ب اُس فاصلہ کی تعبیر ہے جو نلی اور نلی کے ساتھ گولی ایک ثانیہ میں طے کرلیتی ہے۔ نقطہ ب سے ایک خط م ا کے متوازی کھینچو۔ اور نقطہ ا سے ایک خط م ب کے متوازی۔ شکل میں یہ دونوں خط نقطہ ح پر تقاطع کرتے ہیں۔ پس خط م ح گولی کی رفتارِ حاصل



شکل ۸۵ - رفتاروں کا متوازی الاضلاع۔

کو تعبیر کریگا۔ اِسی طرح، متحرک جہاز پر ٹہلنے والے آدمی کی رفتارِ حاصل کو

بھی ایک خط سے تعبیر کرسکتے ہیں۔

شکل کو دیکھو یہ ایک متوازی الاضلاع بن گیا ہے جس میں م ح ایک وتر ہے۔ اِس سے ہم یہ کلیہ بنا سکتے ہیں کہ کوئی جسم دو رفتاریں رکھتا ہو تو اِن رفتاروں کو ہم متوازی الاضلاع کے دو ضلعوں سے تعبیر کرسکتے ہیں۔ پھر اِن ضلعوں کے نقطۂ تقاطع میں سے گزرنے والا وتر، سمت اور مقدار دونوں کے اعتبار سے، اِن رفتاروں کے حاصل کی تعبیر ہوگا۔ اِس اصول کو **رفتاروں کا متوازی الاضلاع** کہتے ہیں۔

اِسراع کے معنی ——— ریل گاڑی اسٹیشن سے چلتی ہے تو پہلے آہستہ آہستہ حرکت کرتی ہے۔ پھر جوں جوں آگے بڑھتی ہے اُس کی حرکت کی شرح میں اضافہ ہوتا جاتا ہے یہاں تک کہ آخرِ کار گاڑی اپنی پوری چال پر آجاتی ہے۔ پتھر کسی اُونچی جگہ سے گرتا ہے تو سکون سے حرکت میں آتا ہے اور جوں جوں زمین کے قریب آتا ہے اُس کی حرکت تیز ہوتی جاتی ہے۔ اِن مثالوں میں متحرک جسم کی رفتار باقاعدہ طور پر بڑھتی گئی ہے۔ جس شرح سے متحرک جسموں کی رفتار میں تغیر آتا ہے اُس کا نام اِسراع ہے۔

اِسراع، رفتار کی شرحِ تغیر کا نام ہے ———

اُوپر کی مثالوں میں صرف بڑھتی ہوئی حرکت دکھائی گئی ہے مگر یہ ضروری نہیں کہ تغیر کا اطلاق ہمیشہ اِسی واقعہ پر ہو۔ جسم کی رفتار گھٹ رہی ہو تو یہ بھی تغیر ہی کی مثال ہے۔ ریل گاڑی پورے زور میں چلتی ہوئی اسٹیشن کے قریب آتی ہے تو چلانے والے

اُس کی رفتار گھٹانے لگتے ہیں یہاں تک کہ چبوترے کے سامنے پہنچ کر گاڑی سکون میں آجاتی ہے۔ پتھر کو کسی خاص رفتار کے ساتھ اُوپر کی طرف پھینکو تو اُس کی حرکت دم بدم سُست ہوتی جائیگی یہاں تک کہ آخر پتھر سکون میں آجائیگا اور اِس کے بعد زمین کی طرف گرنے لگیگا۔ اِن مثالوں میں رفتار کا تغیر اِسراع کا متضاد ہے۔ اِس قسم کے تغیرِ رفتار کو عرفِ عام میں ابطاء کہتے ہیں۔ لیکن علمی زبان میں اِس قسم کے تغیر پر بھی اِسراع ہی کا اطلاق ہوتا ہے اور تمیز کے لئے اِس کو منفی اِسراع کہہ دیتے ہیں۔ اِس تقریر سے ظاہر ہے کہ اِسراع سے ہر حال میں رفتار کا تغیر مُراد ہے۔

تجربہ ۲۷ ۔ حرکت تختۂ مائل پر نیچے کو۔ تقریباً چھ فٹ لمبا صاف تختہ لو جس پر ایک سرے سے دوسرے سرے تک ایک چھوٹی سی نالی کُھدی ہوئی ہو۔ اِس تختہ کا ایک سِرا ذرا سا اُوپر اُٹھا دو کہ سطحِ مائل بن جائے۔ اِس کی نالی میں اُوپر والے سِرے کے قریب ایک مرمر کی گولی رکھو۔ دیکھو گولی لُڑھکتی ہوئی نیچے جا رہی ہے اور اُس کی رفتار دم بدم تیز ہوتی جاتی ہے۔ یہ دکھانے کے لئے کہ ہر ثانیہ میں اِس سے پہلے ثانیہ کے مقابلہ میں زیادہ فاصلہ طے ہوتا ہے، ایک ایسا رقاص لو جس کا وقتِ اہتزاز ایک ثانیہ ہو۔ رقاص کے قریب کاغذ کا ایک تختہ یا کوئی اور ہلکی چیز رکھ دو کہ رقاص کی گولی اِس سے ٹکرا کر آواز پیدا کرتی رہے۔ اِس آواز سے پتہ چلتا رہیگا کہ ثانیہ کب ختم ہُوا۔ اب ٹھیک اُس وقت جب رقاص کاغذ سے ٹکرائے گولی کو تختہ پر چھوڑ دو۔ اور دیکھو پہلا ثانیہ

ختم ہونے پر گولی کہاں پہنچی - اِس مقام پر تختہ کے اُوپر نشان کرلو اور آئندہ ثانیوں میں بھی اِسی طرح عمل کرتے جاؤ یہاں تک کہ گولی تختہ سے اُتر جائے۔ اِس کے بعد ناپ کر معلوم کرو کہ ہر ثانیہ میں گولی نے کِتنا فاصلہ طے کیا۔ تم دیکھو گے کہ جوں جوں اُوپر سے نیچے کی طرف آتے ہیں فاصلوں کی مقدار بڑھتی جاتی ہے۔

ہموار اِسراع کا اندازہ ——— ہموار اِسراع کے اندازہ میں اِس بات کو دیکھنا چاہیئے کہ سفر کے دَوران میں کسی متحرک جسم کی رفتار میں فی ثانیہ، رفتار کا کِتنا اضافہ یا کتنا نقصان ہوتا رہا ہے۔ فرض کرو کہ متحرک جسم کی رفتار میں ایک فٹ فی ثانیہ کا اضافہ ہوا ہے اور اِس تغیر کے صورت پذیر ہونے میں ایک ثانیہ صرف ہوا ہے تو اِس کو ہم یوں کہینگے کہ اِسراع فی ثانیہ **ایک فٹ فی ثانیہ** ہے۔ یعنی اگر رفتار میں اِسی شرح سے اضافہ ہوتا جائے تو ہر ثانیہ میں رفتار کی مقدار ایک فٹ فی ثانیہ بڑھتی جائیگی۔ یا یوں کہو کہ فی ثانیہ، رفتار میں ایک فٹ فی ثانیہ رفتار کا اضافہ ہوتا جائیگا۔

اِسراع کی اِکائی ——— جس طرح دُوسری چیزوں کے اندازہ کے لئے اِکائی کی ضرورت ہے اُسی طرح یہ بھی ضروری ہے کہ اِسراع کے اندازہ کے لئے بھی کوئی اِکائی مقرر ہو جائے۔ اِسراع کی تعریف میں تم پڑھ چکے ہو کہ اِس سے رفتار کا تغیر مُراد ہے۔ پھر کیا یہ ضروری نہیں کہ اِسراع کی اِکائی رفتار کی اِکائی پر مبنی ہو؟ اِسراع کی اِکائی کی تعریف یہ ہونی چاہئے۔ کہ **اِس سے رفتار کی مقدار میں اِکائی وقت کے اندر اِکائی رفتار کا تغیر مُراد ہے۔**

اِس بنا پر، اگر رفتار کی اِکائی ایک فٹ فی ثانیہ کی رفتار ہو تو ظاہر ہے کہ **ایک فٹ فی ثانیہ رفتار کے فی ثانیہ** اضافہ کو اِسراع کی اِکائی سمجھنا چاہیئے۔ پھر اِسراع کی دو اِکائیوں سے یہ سمجھا جائیگا کہ دو فٹ فی ثانیہ رفتار کا، فی ثانیہ اضافہ مُراد ہے ۔ اِسی طرح اِسراع کی تین اِکائیوں سے تین فٹ فی ثانیہ رفتار کا فی ثانیہ اضافہ مُراد لیا جائیگا۔

اِس تقریر سے تم سمجھ سکتے ہو کہ اِسراع بھی حقیقت میں رفتار ہی کی ایک شکل ہے ۔ اِس لئے رفتار کی طرح وہ بھی خطوطِ مستقیم سے تعبیر کی جاسکتی ہے ۔

حرکت کی مساواتیں ——— اِسراع کی اِکائی سے، ایک فٹ فی ثانیہ کی رفتار کا، فی ثانیہ اضافہ مفہوم ہو تو ظاہر ہے کہ اِسراع س سے س فٹ فی ثانیہ کی رفتار کا، فی ثانیہ اضافہ مفہوم ہوگا ۔ فرض کرو کہ کوئی جسم سکون سے حرکت میں آیا ہے اور اُس کا اِسراع فی ثانیہ، س فٹ فی ثانیہ ہے ۔ تو ظاہر ہے کہ حرکت کی ابتدا میں جسمِ مذکور کی رفتار صفر ہے اور پہلے ثانیہ کے اختتام پر س فٹ فی ثانیہ ۔ اِسی طرح دوسرے ثانیہ کے اختتام پر اُس کی رفتار ۲ س فٹ فی ثانیہ ہوگی اور و ثانیہ کے اختتام پر و س فٹ فی ثانیہ ۔ یا یوں کہو کہ و ثانیہ کے اختتام پر جسمِ مذکور کی رفتار ر ہے تو

ر = و س (۱)

متحرک جسم ایک ثانیہ میں اتنا فاصلہ طے کر لیتا ہے جتنا کہ اس کی رفتار کا اوسط ہے۔ اس سے ظاہر ہے کہ و ثانیہ میں جسمِ مذکور کی رفتار کا جو اوسط ہے اس کو و ثانیہ سے ضرب دیں تو اس سے وہ فاصلہ معلوم ہو جائیگا جو جسمِ مذکور نے و ثانیہ میں طے کیا ہے۔ اب اگر جسمِ مذکور کی حرکت سکون سے شروع ہوئی ہے اور و ثانیہ کے بعد اس کی رفتار سر فٹ فی ثانیہ ہے تو اس کی چھوٹی سے چھوٹی رفتار یعنی صفر اور بڑی سے بڑی رفتار یعنی سر کا اوسط $\frac{1}{2}$ سر ہوگا اور یہی و ثانیہ کی فی ثانیہ رفتاروں کا اوسط ہے۔ بنا بریں طے شدہ فاصلہ

$$ف = \frac{1}{2} سر و \qquad (۲)$$

مساوات (۱) سے سر کی قیمت لے کر مساوات بالا میں رکھو تو اس کی صورت حسبِ ذیل ہو جائیگی:—

$$ف = \frac{1}{2} س و \times و$$

$$= \frac{1}{2} س و^2$$

اور چونکہ مساوات (۱) میں $و = \frac{سر}{س}$

لہذا ہم مساوات (۲) کو ذیل کے طور پر لکھ سکتے ہیں

$$ف = \frac{1}{2} سر \times \frac{سر}{س}$$

$$= \frac{1}{2} \frac{سر^2}{س}$$

$$\text{اور اس سے } سر^2 = ۲ س ف \qquad (۳)$$

جسم مذکور بلندی سے زمین کی طرف آزادانہ حرکت کر رہا ہو تو جیسا کہ ہم آگے چل کر بیان کرینگے اُس کا اسراع ج ہوگا اور ج کی قیمت معلوم ہے۔ اِس صورت میں مساوات (۳) کی شکل حسبِ ذیل ہو جائیگی :-

$$\text{سا}^2 = 2\,\text{ج ف} \qquad (۴)$$

اُوپر کی تقریروں میں جو کچھ بیان ہؤا ہے اُس میں یہ بات مان لی گئی ہے کہ حرکت زیر بحث کی ابتدا سکون سے ہے۔ لیکن یہ ضروری نہیں کہ اِسراع ہر حالت میں سکون ہی سے شروع ہو۔ یہ بھی ہوسکتا ہے کہ کوئی متحرک جسم کسی خاص وقت میں کوئی خاص رفتار رکھتا ہو پھر اِس وقت سے اُس کی رفتار میں اِسراع شروع ہو جائے۔ ایسی حالتوں میں فرض کرو کہ رفتار ر ہے اور و ثانیہ کے بعد اِسراع کے عمل سے سا ہوگئی ہے۔ تو اِس صورت میں مساوات (۱) کی شکل حسبِ ذیل ہوگی :-

$$\text{سا} = \text{ر} + \text{س و}$$

اور اِس سے تم باقی مساواتوں کی شکلیں خود پیدا کرسکتے ہو۔

اِسراع بوجہِ جاذبہ ——— تجربہ ۵ ش میں ہم دکھا چکے ہیں کہ رقّاص کا وقتِ اہتزاز رقّاص کے جذرِ طول کا متناسب رہتا ہے۔ جب عملیات میں ہم رقّاص کے حرکات سے بحث کرینگے تو تمہیں معلوم ہوگا کہ رقّاص

کے حرکات کلیۂ ذیل کے تابع ہیں:-

$$\text{وقتِ اہتزاز} = ۲\pi \sqrt{\frac{\text{طول}}{\text{جاذبہ}}}$$

$$\text{یا} \quad و = ۲\pi \sqrt{\frac{ط}{ج}}$$

اِس میں و وقتِ اہتزاز ہے - ط رقّاص کا طول اور ج اِسراع بوجہِ جاذبہ - π دائرہ کے محیط اور قطر کے تناسب کو تعبیر کرتا ہے -

اِس مساوات سے ج کی قیمت دریافت کر لینا کچھ مشکل نہیں - مثلاً مساوات کے دونوں پہلوؤں کا مربع لے لو تو

$$و^۲ = \frac{۴\pi^۲ ط}{ج}$$

$$\text{لہذا} \quad ج = \frac{۴\pi^۲ ط}{و^۲}$$

تجربہ ۷۵ ———— **"ج" کی تخمین** - تجربہ ۷۴ میں جو مشاہدے تم نے قلم بند کئے تھے اُن سے رقّاص کا وقتِ اہتزاز معلوم کرو اور طولِ رقّاص کے لئے کاک کی نچلی سطح سے گولی کے مرکز تک کا فاصلہ ناپ لو - پھر مساواتِ بالا کی مدد سے ج کی قیمت دریافت کرو -

تجربہ ۷۶ ———— **دُوسرا قاعدہ** - رقّاص کے طول کو سنٹی میٹروں میں ناپو اور تجربہ ۷۵ کی طرح ج کی قیمت دریافت کرو -

کمیتوں کی برابری ــــــــ یہاں تک جو کچھ بیان ہوا ہے اُس میں حرکت اور کمیت مادہ سے جداگانہ بحث رہی ہے۔ اب ہم دونوں کو ایک ساتھ لے کر یہ بتانا چاہتے ہیں کہ اِن دونوں چیزوں کا آپس میں کیا تعلق ہے۔ تم دیکھ چکے ہو کہ تول لینے سے کمیت کی برابری کا امتحان ہوسکتا ہے۔ ترازو کا وجود، کمیتوں کا عملی طور پر مقابلہ کرنے کے لئے ایک نہایت عمدہ تدبیر ہے۔ لیکن ترازو سے کمیتوں کا صرف **مقابلہ** ہوسکتا ہے۔ اِس سے یہ پتہ نہیں چلتا کہ جس چیز کو ہم کمیتِ مادہ کہتے ہیں اُس کا اصلی مفہوم کیا ہے۔ اِس مفہوم کی توضیح کے لئے پہلے اِس بات پر غور کرو کہ ہم دو متغیر مقداروں سے بحث کر رہے ہیں۔ اِن میں ایک کمیتِ مادہ ہے اور دوسری **حرکت**۔ فرض کرو کہ دو جسم **مساوی** رفتار سے حرکت کرتے ہوئے متضاد سمتوں سے آکر ایک دُوسرے سے ٹکرا گئے ہیں۔ اب اگر ٹکّر کے بعد دونوں میں حرکت کا کوئی شائبہ باقی نہ رہے تو اِس سے ہم یہ نتیجہ نکال سکتے ہیں کہ دونوں کی کمیتِ مادہ مساوی ہے اور ایک نے دُوسرے کی حرکت کو **عیناً** فنا کر دیا ہے۔ لیکن اگر ٹکّر کے بعد، ٹکّرانے والے جسم حرکت میں رہیں تو ظاہر ہے کہ اِس صورت میں اُن کی کمیت غیر مساوی ہوگی۔ اِن مقدمات کو نگاہ میں رکھو تو کمیتِ مادہ کی برابری کے لئے ذیل کی تعریف مرتب ہوسکتی ہے:۔

دو جسم مساوی رفتاروں کے ساتھ متضاد سمتوں میں حرکت کرتے ہوئے ایک دُوسرے کے ساتھ ٹکرائیں اور ٹکّر سے دونوں کی حرکت کلیتہً زائل ہوجائے

تو اُن کی کمیت مساوی ہوگی۔

اِس سے تم سمجھ سکتے ہو کہ دو متحرک جسموں کے تصادم کا اثر دو باتوں پر موقوف ہے - ایک ٹکرانے والے جسموں کی کمیتِ مادہ اور دُوسرے تصادم کے وقت اُن کی رفتاریں۔ رفتاریں اور کمیتیں مساوی ہوں تو ٹکرانے والے جسم سکون میں آجاتے ہیں - اگر رفتاریں مساوی ہوں اور کمیتیں غیر مساوی، تو تصادم کے بعد زیادہ کمیت والا جسم غالب رہتا ہے - اور اگر کمیتیں مساوی اور رفتاریں غیر مساوی ہوں تو غلبہ زیادہ رفتار والے جسم کا حصہ ہے۔

معیارِ حرکت ——— اُوپر کی تقریر سے مادہ کی ایک ایسی حالت نگاہ کے سامنے آجاتی ہے جو حرکت اور کمیت دونوں کو شامل ہے - اِس حالت کا تم یوں تصور کرسکتے ہو کہ دو متحرک جسم، مساوی رفتار سے حرکت کر رہے ہیں - ایک کی کمیت ۱ گرام ہے اور دُوسرے کی کمیت ۲ گرام - تو ظاہر ہے کہ دونوں کی حالت مختلف ہے - دونوں جسم باری باری سے ایک ہی جسم کے ساتھ ٹکرائیں تو ۲ گرام کمیت کے جسم کی ٹکر ۱ گرام کمیت کے جسم کی ٹکر سے زیادہ کارگر ہوگی - پھر یہ اختلاف کس بات کا نتیجہ ہے؟ دونوں جسم متحرک ہیں اور مساوی رفتار سے حرکت کررہے ہیں - فرق صرف یہ ہے کہ ایک جسم میں دُوسرے جسم سے دو چند کمیت کا مادہ حرکت کر رہا ہے - اِس لئے اِس میں وہ چیز جس سے حرکت کی ہیئت مترتب ہوتی ہے اُس کی مقدار دو چند ہے - اِسی مضمون کو اب ایک اَور پہلو سے دیکھو - اگر ہم

یہ مان لیں کہ ا گرام کمیت کا مادہ کسی خاص رفتار سے حرکت کر رہا ہو تو اُس کے وجود میں حرکت کی مقدار ا ہے تو ظاہر ہے کہ اُسی رفتار کے ساتھ حرکت کرنے والے ۲ گرام کمیت کے مادہ میں حرکت کی مقدار ۲ ہوگی۔ اور اگر دونوں جسموں کی کمیت مساوی ہے اور دُوسرے جسم کی رفتار پہلے جسم کی رفتار سے دوچند تو اِس صورت میں بھی حرکت کی مقدار پہلے جسم کے مقابلہ میں دوچند ہونی چاہیئے۔ اِس سے ظاہر ہے کہ حرکت کی مقدار ہی اِس اختلافِ حالت کی علت ہے۔ اِسی کو علمِ حرکات کی اصطلاح میں معیارِ حرکت کہتے ہیں۔ اِس تقریر سے ظاہر ہے کہ معیارِ حرکت کی مقدار کمیتِ مادہ اور رفتار دونوں پر موقوف ہے۔ اِس بنا پر معیارِ حرکت کی تعریف حسبِ ذیل ہوگی:۔

معیارِ حرکت سے کسی متحرک جسم کی مقدارِ حرکت مراد ہے اور اُس کی قیمت متحرک جسم کی کمیت اور رفتار کے حاصلِ ضرب کی مساوی ہوتی ہے۔

ریاضی کی زبان میں اِس تعریف کی شکل حسبِ ذیل ہے:۔

معیارِ حرکت = کمیتِ مادہ × رفتار

اگر معیارِ حرکت کو م سے تعبیر کریں اور کمیتِ مادہ اور رفتار کو بالترتیب ک اور ر سے، تو مساواتِ بالا کو بالاختصار یوں لکھ سکتے ہیں:۔

$$م = ک ر$$

معیارِ حرکت کی قیمت چونکہ رفتار اور کمیتِ مادہ پر موقوف ہے اس لئے اس کی اکائی بھی رفتار اور کمیتِ مادہ کی اکائیوں پر مبنی ہونی چاہئے۔ بنا بریں اگر اکائی کمیت کا مادہ اکائی رفتار سے حرکت کر رہا ہو تو اُس کا معیارِ حرکت، اکائی معیارِ حرکت ہوگا۔ چنانچہ کمیتِ مادہ کی اکائی پونڈ ہو اور رفتار کی اکائی ایک فٹ فی ثانیہ کی رفتار، تو معیارِ حرکت کی اکائی کی تعریف حسبِ ذیل ہوگی:۔

معیارِ حرکت کی اکائی، حرکت کی وہ مقدار ہے جو ایک فٹ فی ثانیہ کی رفتار سے حرکت کرنے والے ایک پونڈ کمیت کے مادہ میں پائی جاتی ہے۔

اب نیوٹن کے تیسرے کلیۂ حرکت کو معیارِ حرکت کے مفہوم سے ملا کر دیکھو۔ اس کلیہ کا دعویٰ عمل و ردِّ عمل کی مساوات ہے۔ جب توپ داغتے ہیں تو گولہ آگے کی طرف نکل جاتا ہے اور توپ پیچھے ہٹنے لگتی ہے۔ جتنی قوت سے گولہ آگے کی طرف نکلتا ہے اُتنی ہی قوت سے توپ پیچھے ہٹتی ہے۔ یا یوں کہو کہ گولہ اور توپ دونوں میں **حرکت کی مقدار** مساوی ہوتی ہے۔ لیکن توپ کی کمیت گولے کی کمیت کے مقابلہ میں بہت زیادہ ہے۔ اس لئے ضرور ہے کہ گولے کی رفتار توپ کی رفتار سے اُتنی ہی زیادہ ہو جتنی کہ توپ کی کمیت گولے کی کمیت سے زیادہ ہے۔ ورنہ دونوں کی **حرکت کی مقدار** مساوی نہیں

ہوسکتی - یہ صرف خیال ہی خیال نہیں بلکہ تجربہ بھی اِس کا موید ہے۔

اِس تقریر سے ظاہر ہے کہ معیارِ حرکت کے اعتبار سے بھی عمل اور ردِّ عمل کی مساوات اور اُن کا تضاد ثابت ہے ۔ مثلاً ۲۸ پونڈ کا گولہ، ۱۰ ٹن یعنی ۲۲۴۰۰ پونڈ کی توپ سے چھوڑا جائے اور گولہ توپ کے مُنہ سے ۲۰۰ فٹ فی ثانیہ کی رفتار لے کر نکلے تو توپ $\frac{1}{4}$ فٹ فی ثانیہ کی رفتار سے پیچھے ہٹیگی۔اِس لئے کہ دونوں کا معیارِ حرکت، مقدار میں مساوی ہونا چاہئے اور

$$۲۸ \times ۲۰۰ = ۲۲۴۰۰ \times \frac{1}{۴}$$

اِس سے تم سمجھ سکتے ہو کہ اگر عمل اور ردِّ عمل سے دو جسم حرکت میں آئیں تو دونوں کے معیارِ حرکت مقدار میں مساوی ہونگے ۔اِس بنا پر ہم کہہ سکتے ہیں کہ عمل اور ردِّ عمل سے حرکت میں آنے والے جسموں کی کمیتیں رفتاروں کے ساتھ تناسبِ معکوس رکھتی ہیں۔مثلاً ایک جسم کی کمیت ک اور رفتار ر ہے۔اور دُوسرے جسم کی کمیت کَ اور رفتار رَ۔توچونکہ دونوں کے معیارِ حرکت مساوی ہیں اِس لئے

$$ک\,ر = کَ\,رَ$$

یا

$$\frac{ک}{رَ} = \frac{کَ}{ر}$$

اور اِس سے کمیتِ مادہ کے لئے ایک ایسی تعریف پیدا ہو جاتی ہے جو کسی مفروضہ پر مبنی نہیں۔

اب آؤ یہ دیکھیں کہ معیارِ حرکت کے اعتبار سے قوت کی تعریف کیا ہوسکتی ہے۔کسی متحرک جسم میں معیارِ حرکت کی ایک خاص مقدار موجود ہو تو معیارِ حرکت کی اِس مقدار کو بدل دینے یا

اُس میں بدل جانے کا تقاضا پیدا کرنے لئے ضروری ہے کہ جسمِ مذکور پر کوئی چیز عمل کرے۔ اِسی چیز کا نام **قوت** ہے۔ دُوسرے لفظوں میں یوں سمجھو کہ

کسی جسم کا معیارِ حرکت بالتدریج متغیر ہوگیا ہو یا متغیر ہو جانے کا متقاضی ہو تو ہم کہینگے کہ جسمِ مذکور پر قوت عمل کر رہی ہے۔

قوت چونکہ معیارِ حرکت بدل دیتی ہے اِس لئے معیارِ حرکت کے تغیر کی شرح سے ہم قوت کا اندازہ کر سکتے ہیں۔ اِس بنا پر قوتوں کی مساوات کو یوں سمجھنا چاہیئے کہ

قوتیں مساوی وقتوں میں مساوی معیارِ حرکت پیدا کردیں تو وہ باہم مساوی ہونگی۔

قوت سے اِسراع کا پیدا ہونا —— ہر جسم کے معیارِ حرکت کی مقدار اُس کی کمیتِ مادہ اور رفتار پر موقوف ہے۔ اور اگر کوئی خاص جسم نگاہ میں ہو، تو ہم اِس بات کو مان سکتے ہیں کہ اُس کی کمیت **مستقل** ہے۔ پھر اِس صورت میں معیارِ حرکت میں تغیر پیدا ہو تو اُس کو رفتار کے تغیر کا نتیجہ سمجھنا چاہیئے۔ لیکن تغیرِ رفتار کی شرح کو ہم اِسراع کہتے ہیں۔ اِس لئے کوئی جسم اِسراع پذیر رفتار سے حرکت کر رہا ہو تو اُس کا معیارِ حرکت بدلتا جائیگا۔ اور جیسا کہ ہم پہلے بیان کرچکے ہیں معیارِ حرکت کے تغیر سے یہ سمجھا جائیگا کہ جسمِ مذکور پر کوئی قوت عمل کر رہی ہے۔ اگر اِسراع ہموار ہے تو ضرور ہے کہ قوت جو اِسراع کی علت ہے

وہ بھی ہموار ہو - اور یہ ظاہر ہے کہ اِسراع کو ہر حال میں قوتِ عاملہ کا متناسب ہونا چاہیئے - اِس سے ہم ذیل کے نتیجہ پر پہنچ جاتے ہیں جو اپنی نوعیت کے اعتبار سے نہایت اہم ہے:-

قوتِ عاملہ کی مقدار جسمِ معمول کی کمیتِ مادہ اور اپنے پیدا کئے ہوئے اِسراع کے حاصلِ ضرب کی مساوی ہوتی ہے -

ریاضی کی زبان میں اِس مسئلہ کی صورت حسبِ ذیل ہوگی:-

فرض کرو کہ قوت کی مقدار میں قوت کی ق اِکائیاں اور جسمِ معمول کی کمیتِ مادہ میں کمیت کی ک اِکائیاں ہیں - اور اِس قوت نے جسمِ معمول کی رفتار میں اِسراع کی س اِکائیاں پیدا کردی ہیں - تو تعریف بالا کی صورت یہ ہوگی:-

$$ق = ک\ س \qquad (۱)$$

اِن تین مقداروں میں سے کوئی سی دو معلوم ہوں تو تیسری کا معلوم کرلینا کچھ مشکل نہیں - چنانچہ مساواتِ بالا سے ذیل کی مساواتیں پیدا ہوسکتی ہیں:-

$$س = \frac{ق}{ک} \qquad (۲)$$

$$ک = \frac{ق}{س} \qquad (۳)$$

مساوات (۲) سے ظاہر ہے کہ کسی متحرک جسم کی رفتار کا اِسراع مستقل رہے اور جسمِ مذکور کی کمیت بھی مستقل ہو تو قوت بھی مستقل ہوگی - مساوات (۱) پر غور کرو - اگر ک کی قیمت ۱ ہو

اور مس اسراع کی ایک اکائی، تو

ق = ۱

اس سے تم سمجھ سکتے ہو کہ قوت کی اکائی کی تعریف کیا ہونی چاہیئے۔

نیوٹن کا دوسرا کلیۂ حرکت ——— معیارِ حرکت کا تغیر قوتِ عاملہ کا متناسب ہوتا ہے اور اُسی سمت میں ظاہر ہوتا ہے جو قوتِ عاملہ کی سمتِ عمل ہے۔

اس کلیہ کا مفہوم یہ ہے کہ ۲ اکائی قوت، اکائی وقت میں جتنا معیارِ حرکت پیدا کردیتی ہے وہ اُس معیارِ حرکت سے دو چند ہے جو اکائی قوت سے اکائی وقت میں پیدا ہوتا ہے۔ علاوہ بریں اس سے یہ بھی مفہوم ہوتا ہے کہ اکائی قوت ایک ثانیہ میں جس قدر معیارِ حرکت پیدا کرتی ہے ۲ ثانیہ میں اِس سے دو چند پیدا کردیتی ہے۔

قوت کی مطلق اِکائیاں ——— تم دیکھ چکے ہو کہ قوت کی اکائی، قوت کی وہ مقدار ہے جو اکائی کمیت کے مادہ پر عمل کرکے اُس میں اکائی اسراع پیدا کردیتی ہے۔ بناء بریں قوت کی اکائی، کمیتِ مادہ اور اسراع کی اکائیوں پر موقوف ہوگی۔ اگر کمیت اور اسراع کی اکائیوں کی قیمت میں فرق آئیگا تو قوت کی اکئی بھی بدل جائیگی۔

انگریزی نظام میں قوت کی **مطلق اکائی** وہ قوت ہے جو ایک پاؤنڈ کمیت کے مادہ پر عمل کرکے اُس میں فی ثانیہ، ایک فٹ فی ثانیہ اسراع پیدا کردیتی ہے۔ اس اکائی کا نام پاؤنڈل ہے۔

میٹری نظام میں قوت کی **مطلق اکائی** وہ قوت ہے جو

اگر ۱ گرام کمیت کے مادہ پر عمل کرکے اُس میں فی ثانیہ، ۱ سم فی ثانیہ اِسراع پیدا کردیتی ہے۔ اِس اِکائی کو ڈائین کہتے ہیں۔

قوت کی تجاذبی اِکائیاں ——— کسی جسم کی کمیتِ مادہ پر زمین کے جاذبہ سے جو **قوت** محسوس ہوتی ہے اُسی کا دُوسرا نام **وزن** ہے۔ ہم پہلے بتا چکے ہیں کہ جاذبۂ زمین کی قیمت مرکزِ زمین کے فاصلہ پر موقوف ہے۔ اِس لئے روئے زمین کے مختلف مقامات اور سمندر کی سطح سے مختلف بلندیوں پر اِس کی قیمت مختلف ہے۔ لیکن ہر مقام پر جو اِس کی قیمت ہے وہ اُس مقام پر مستقل رہتی ہے اور کسی گرنے والے جسم میں اِسراع کی ج اِکائیاں پیدا کردیتی ہے۔ ظاہر ہے کہ ج کی قیمت رُوئے زمین کے مختلف مقامات پر مختلف ہوگی۔ لیکن حساب کی سہولت کے لئے علما نے اِس بات پر اتفاق کرلیا ہے کہ ج کی قیمت کو تقریباً فی ثانیہ، ۳۲ء۲ فٹ (یا ۹۸۱ سم) اِسراع فی ثانیہ سمجھنا چاہیئے۔

معمولی کاموں کے لئے انگریزی اور میٹری نظاموں میں **پونڈ کے وزن** اور **گرام کے وزن** کو قوت کی اِکائیوں کے طور پر استعمال کرلیتے ہیں۔ اِن اِکائیوں کی قیمت چونکہ وزن پر مبنی ہے اور وزن جاذبۂ زمین کی قیمت پر موقوف ہے اِس لئے اِن اِکائیوں کو **قوت کی تجاذبی** اِکائیاں کہتے ہیں۔ یہ ظاہر ہے کہ یہ اِکائیاں بے قید نہیں۔

قوت کی مساوات میں ہم نے بتایا تھا کہ قوت **ق**، جسم معمول کی کمیت ک، اور اِسراع س ہو تو

ق = ک س

اب فرض کرو کہ جسمِ معمول کی کمیت = ا پونڈ

اور اِسراع س = ج

= ۳۲٫۲ فٹ فی ثانیہ فی ثانیہ

تو ق = (۳۲٫۲×۱) پونڈل

لیکن ہماری تعریف کے رُو سے ا پونڈ وزن سے قوت کی تجاذبی اِکائی مراد ہے۔ لہٰذا مساواتِ بالا میں اگر

ق = ا پونڈ کا وزن

تو ا پونڈ کا وزن = (۳۲٫۲×۱) پونڈل

یا ا پونڈل = ا پونڈ کا وزن / ۳۲٫۲

= ۰٫۵ اونس کا وزن تقریباً

اِسی طرح مساواتِ مذکور میں ک = ا گرام کمیت اور س = ج = ۹۸۱ سمر فی ثانیہ فی ثانیہ ہو تو

ا گرام کا وزن = (۹۸۱×۱) ڈائین

اور ا ڈائین = ا گرام کا وزن / ۹۸۱

= ۰٫۰۰۱ گرام کا وزن تقریباً

آٹھویں فصل کی مشقیں

ا۔ ریل گاڑی کے فرش پر اُس کے عرض کے متوازی ایک خط کھینچا گیا ہے۔ اگر گاڑی کھڑی ہو اور اُس کی چھت سے گیند گرائی جائے تو اس خط پر گرتی ہے۔

بتاؤ ذیل کی صورتوں میں کیا کیا باتیں مشاہدہ میں آئینگی:—

(ا) گیند گرانے کے وقت گاڑی حرکت میں ہے۔

(ب) گاڑی اِس حال میں چل پڑے کہ گیند ابھی اُدھر میں ہو۔

(ج) گیند گرانے کے وقت گاڑی حرکت میں ہو۔ لیکن گیند ابھی اُدھر میں ہو اور گاڑی یک بہ یک ٹھیر جائے۔

۲ - سمندر میں جہاز چل رہا ہے اور اُس کے تختہ پر ایک مسافر کھڑا ہے جو جہاز کی سمتِ حرکت کے متوازی ٹہلتا ٹہلتا کبھی جہاز کی مستک کی طرف چلا جاتا ہے اور کبھی اُسی خط پر لوٹ کر جہاز کے دُنبالہ کی طرف چلا آتا ہے۔ مسافر کی رفتار ۵ء۳ میل فی ساعت ہو اور جہاز ۴ء۸ میل فی ساعت کی رفتار سے چل رہا ہو تو ذیل کی صورتوں میں پانی کی اضافت سے اِس مسافر کی رفتار کیا ہوگی؟

(ا) مسافر جہاز کی مستک کی طرف جا رہا ہے۔

(ب) مسافر جہاز کے دنبالہ کی طرف آ رہا ہے۔

۳ - اِسراع سے کیا مراد ہے؟ ذیل کی صورتوں میں اِس قسم کی رفتاروں کی مثالیں بیان کرو جو باقاعدہ طور پر اِسراع پذیر ہوں:—

(ا) اِسراع مثبت ہو۔

(ب) اِسراع منفی ہو۔

۴ - ط اور ع دو قوتیں ایک جسم پر عمل کر رہی ہیں - اگر ط تنہا عمل کر رہی ہو تو جسمِ مذکور میں دو ثانیہ کے اندر ۱۰ فٹ فی ثانیہ کی رفتار پیدا کر دیتی ہے۔ اور اگر ع تنہا عمل کرے تو جسمِ مذکور میں تین ثانیہ کے اندر ۱۸ فٹ فی ثانیہ کی رفتار پیدا ہو جاتی ہے۔ بتاؤ ط اور ع ذیل کی

صورتوں میں ایک ساتھ عمل کر کے جسم مذکور میں کتنی رفتار پیدا کر دینگی؟

(ا) دونوں قوتوں کی سمتِ عمل ایک ہے۔

(ب) دونوں قوتوں کی سمتِ عمل متضاد ہے۔

۵ ۔ اگر ۴۰ ٹن کی توپ سے ۵۶۰ پونڈ کا گولہ چلایا جائے اور گولہ توپ کے منہ سے ۱۶۰۰ فٹ فی ثانیہ کی رفتار سے نکلے تو توپ کتنی رفتار سے پیچھے ہٹیگی؟

۶ ۔ ۲ ½ پونڈ کا ہتوڑا ۵۰ فٹ فی ثانیہ کی رفتار سے آ رہا ہو اور ۰.۰۰۱ ثانیہ میں ساکن ہو جائے تو بحساب اوسط اُس کی چوٹ کی قوت کیا ہوگی؟

۷ ۔ ذیل کی اصطلاحات سے کیا مراد ہے؟

(ا) رفتار

(ب) اِسراع

(ج) اوسط رفتار

۸ ۔ ایک جسم سکون سے حرکت میں آیا ہے اور فی ثانیہ ۳ سمر فی ثانیہ اِسراع سے حرکت کر رہا ہے۔ بتاؤ کتنی مدت میں اُس کی رفتار ۳۰ سمر فی ثانیہ ہو جائیگی؟ اور اِتنی مدت میں اُس نے کتنا فاصلہ طے کر لیا ہوگا؟

۹ ۔ ایک جسم، جاذبہ کے زیرِ اثر آزادانہ گر رہا ہے۔ اور اُس نے ابتدائے رفتار سے لے کر و ثانیہ میں ف فٹ کا فاصلہ طے کر لیا ہے۔ اگر آدھ آدھ ثانیہ کے وقفوں کے بعد ایک دُوسرے کے جواب میں و اور ف کی قیمتیں

و	۰٫۵	۱	۱٫۵	۲	۲٫۵	۳	۳٫۵	۴
ف	۴	۱۶	۳۶	۶۴	۱۰۰	۱۴۴	۱۹۶	۲۵۶

ہوں تو و اور ف کا تعلق دکھانے کے لئے ایک مُنحنی تیار کرو۔ اور اُس سے ذیل کی باتیں معلوم کرو:۔

(ا) ۱ دقیقہ ۴۸ ثانیہ میں جسم مذکور نے کتنا فاصلہ طے کیا ہے؟

(ب) چوتھے ثانیہ میں کتنا فاصلہ طے ہُوا ہے؟

نویں فصل

کام - رگڑ - توانائی

کام ـــــ جب تم کسی بھاری جسم کو زمین سے اُٹھانے کی کوشش کرتے ہو تو تمہارے ہاتھ کے عُضلات پر زور پڑتا ہے۔ اِس سے ظاہر ہے کہ وزن کو اُٹھانے میں قوت لگانی پڑتی ہے۔ یہ قوت، جاذبۂ زمین کی سمتِ متضاد میں عموداً اُوپر کی طرف عمل کرتی ہے۔ تم قوت لگاتے ہو تو ابتدا میں جسمِ مذکور حرکت نہیں کرتا۔ اِس کی وجہ یہ ہے کہ زمین کی جاذبہ جو اُس کو نیچے کی طرف کھینچ رہی ہے اُس کی قوت تمہارے ہاتھ کی قوت سے زیادہ ہے۔ اِس لئے تمہاری قوت کا کوئی نتیجہ ظاہر نہیں ہوتا۔ اِس میں شک نہیں کہ تم قوت ضرور لگا رہے ہو۔ لیکن اِس قوت کا کچھ نتیجہ ظاہر نہیں ہوتا۔ اِس لئے ہم کہینگے کہ تمہاری قوت نے کوئی کام نہیں کیا۔ پھر تمہاری قوت اَور زیادہ ہو جاتی ہے تو اُس کے اثر سے زمین پر جسمِ مذکور کا دباؤ باقی نہیں رہتا۔ لیکن حرکت کے آثار اِس وقت بھی پیدا نہیں ہوئے۔ اور جہاں تک حرکت کا تعلق ہے تمہاری قوت بیکار رہے۔ اِس وقت زمین کی قوتِ جاذبہ اور تمہارے ہاتھ کی قوت باہم تعادل میں ہیں۔ جب یہ موقع آ جائے تو اِس کے بعد ذرا سی قوت بھی

زیادتی سے جسم اُوپر کی طرف حرکت کرنے لگیگا اور ہر دیکھنے والے کو نظر آئیگا کہ ہاں اب تمہارے ہاتھ کی قوت کچھ کام کر رہی ہے ۔ اِس بناء پر کام کی تعریف حسبِ ذیل ہوگی:۔

کسی قوت کا نقطۂ عمل حرکت کرتا ہے تو ہم کہتے ہیں کہ کام ہو رہا ہے۔

کسی جسم پر ہم قوت لگاتے ہیں تو اُس کا احساس اِس لئے ہوتا ہے کہ اُس کے مقابلہ میں کوئی اَور قوت بھی موجود ہے ۔ یہ حقیقت میں فطرت کا وُہی اصول ہے جس کو ہم نے عمل اور ردِّ عمل سے تعبیر کیا تھا ۔ مثلاً ہم بوجھ اُٹھاتے ہیں تو اِس مطلب کے لئے ہمیں قوت لگانی پڑتی ہے ۔ اور زمین کی قوتِ جاذبہ اِس قوت کی مزاحمت کرتی ہے ۔ زمین کی قوتِ جاذبہ نہ ہوتی تو ہمیں بھی بوجھ کے اُٹھانے میں کوئی قوت نہ لگانی پڑتی ۔ اِس سے ظاہر ہے کہ کسی جسم پر قوت لگانے سے ہماری قوت کا نقطۂ عمل حرکت کرتا ہے تو اُس کے مقابلہ میں جو قوت ہے اُس کا نقطۂ عمل بھی حرکت کرتا ہے اور دونوں کی حرکت ہمیشہ ایک حال پر رہتی ہے ۔ اِس لئے اپنی لگائی ہوئی قوت کی بجائے اگر حساب میں قوتِ مزاحم کو استعمال کیا جائے تو کچھ ہرج نہیں ۔ پس قوتِ مزاحم کو نگاہ میں رکھو تو کام کی تعریف حسبِ ذیل ہوگی :۔

قوتِ مزاحم کا نقطۂ عمل حرکت کرتا ہے تو ہم کہتے ہیں کہ کام ہو رہا ہے۔

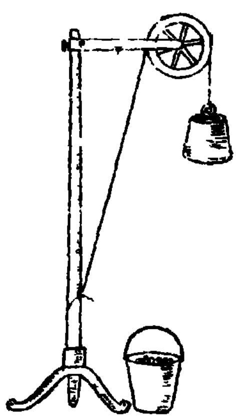
کام کی تعریف پر غور کرو - اِس کی بناء دو چیزوں پر ہے - ایک قوت کا وجود اور دُوسرے قوت کے نقطۂِ عمل کی حرکت - اِن دونوں میں سے کسی ایک میں فرق آ جائے تو ضرور ہے کہ کام کی مقدار میں بھی فرق آجائے - مثلاً اگر قوت کی مقدار بڑھ جائے تو کام بھی زیادہ ہوگا اور اگر نقطۂِ عمل کی حرکت دور تک ہوگی تو اِس سے بھی کام کی مقدار بڑھ جائیگی - اِس بناء پر یہ اصول قائم کیا گیا ہے کہ کام ہمیشہ قوتِ مزاحم کا متناسب ہوتا ہے اور نیز اُس فاصلہ کا متناسب ہوتا ہے جو قوت کا نقطۂِ عمل طے کرتا ہے - ریاضی کی زبان میں اِس خیال کا اظہار حسبِ ذیل ہوگا:-

کام = قوتِ مزاحم × فاصلہ جو قوت کا نقطۂِ عمل طے کرتا ہے -

گر قوت کی مقدار ایک ہو اور فاصلہ بھی ایک تو اِس وقت کام کی جو مقدار ہوگی اُس کو کام کی اکائی کہینگے - عملی مقاصد کے لئے جو کام کی اِکائی اختیار کی جاتی ہے وہ اِس قدر کام ہے جو ایک پونڈ وزن کو عموداً ایک فٹ تک اٹھانے میں کرنا پڑتا ہے - کام کی اِس مقدار کو ایک "فٹ پونڈ" کہتے ہیں - لیکن اِس بات کو بھولنا نہ چاہیئے کہ یہ اِکائی کوئی مستقل مقدار نہیں - جسموں کے وزن میں رُوئے زمین کے مختلف مقامات پر اختلاف پایا جاتا ہے - اِس لئے وزن کے ساتھ ساتھ کام کی اِکائی کی قیمت بدلتی رہتی ہے -

کام کی جو تعریف ہم نے بیان کی ہے اُس کی بناء پر اگر

۴۰ پونڈ وزن ۵ فٹ عموداً اُٹھایا جائے تو کام کی مقدار ۴۰ × ۵ = ۲۰۰ فٹ پونڈ ہوگی۔ اِس وزن کو جیسا کہ شکل ۸۹ میں دکھایا گیا ہے چرخی کے ساتھ لٹکا دو اور ڈوری کا دُوسرا سِرا ایک ٹیکن کے ساتھ باندھ دو کہ وزنِ مذکور اِسی طرح زمین سے اُٹھا رہے۔ پھر اِس بات پر غور کرو کہ جاذبۂ زمین کی مزاحمت پر غالب آنے کے لئے جو کام صرف کرنا پڑا ہے کیا وہ بالکل ضائع ہوگیا یا ہم چاہیں تو پھر بھی حاصل ہوسکتا ہے۔



شکل ۸۹

تجربہ سے معلوم ہوتا ہے کہ ڈوری کے آزاد سِرے کے ساتھ ایک ڈول باندھ دیا جائے جس کا وزن ۴۰ پونڈ سے کسی قدر کم ہو تو وزنِ مذکور تو نیچے گر جائیگا اور ڈول اُوپر اُٹھ جائیگا۔ دیکھو وہ کام جو جاذبۂ زمین کی مزاحمت پر غالب آنے میں صرف ہؤا تھا جاذبۂ زمین ہی نے واپس دے دیا ہے۔

نظامِ اعشاریہ میں کام کی اکائی اِس قدر کام ہے جو ایک گرام وزن کو "ایک سنتی میٹر" عموداً اُوپر اُٹھانے میں کیا جاتا ہے۔ اِس کو "ایک گرام سنتی میٹر" کام کہتے ہیں۔

اگر ۴ گرام وزن ۸ سمر عموداً اُٹھایا جائے تو کام جو اِس پر صرف ہوگا اُس کی مقدار ۴ × ۸ = ۳۲ گرام سمر ہوگی۔ لیکن اِس بات کو

ہمیشہ نگاہ میں رکھو کہ جب تک قوت کے اثر سے حرکت پیدا نہ ہو علمی زبان میں یہی کہا جائیگا کہ اِس قوت نے کچھ کام نہیں کیا۔تم کسی بھاری پتھر کو اُٹھانا یا سرکانا چاہتے ہو اور تمہاری قوت اُس پر کچھ اثر نہیں کرتی تو اِس میں شک نہیں کہ تم قوت لگا رہے ہو لیکن علمی زبان میں اِس کو کام کہنا جائز نہیں۔کام کی تعریف یہ ہے کہ

کام = قوتِ مزاحم × فاصلہ جو اِس قوت کا نقطۂ عمل طے کرتا ہے۔

اب اگر پتھر حرکت نہ کریگا تو فاصلہ کی قیمت صفر ہوگی اور اِس کے ساتھ ہی کام کی قیمت بھی صفر ہو جائیگی ۔علاوہ بریں یہ بات بھی یاد رکھنی چاہیئے کہ فاصلہ ہمیشہ اُس سمت میں ناپا جائیگا جس میں قوت عمل کرتی ہے۔مثلاً جاذبۂ زمین کا عمل ہمیشہ عمود وار رہتا ہے۔اِس لئے اگر تم کسی بوجھ کو زمین سے اُٹھا کر چھت پر لے جاؤ تو خواہ اُس کو عموداً اُٹھا کر لے جاؤ یا کسی زینہ کے رستے۔کام کی مقدار ہر حالت میں وُہی رہیگی کیونکہ زمین کی جاذبہ عمودی سمت میں عمل کرتی ہے اور زمین سے لے کر اُس مقام تک جہاں تم نے بوجھ کو پہنچا دیا ہے عمودی فاصلہ ہر حال میں وُہی ہے ۔ اِس سے تم یہ بھی سمجھ سکتے ہو کہ جب کسی بوجھ کو تم ہموار زمین پر گھسیٹتے ہو تو جہاں تک جاذبۂ زمین کا تعلق ہے تم کچھ کام نہیں کرتے ۔ ہاں زمین اور اِس بوجھ کے درمیان جو رگڑ کی قوت ہے اُس کے مقابلہ میں البتہ تم کام

کر رہے ہو - تم زور لگاتے ہو تو یہی قوت ہے جس کا نقطۂ عمل حرکت کرتا ہے - اِس صورت میں ہم یہ کہینگے کہ جسمِ مذکور بر جاذبۂ زمین کے خلاف نہیں، صرف رگڑ کے خلاف کام ہو رہا ہے -

بوجھ اُٹھانے کے علاوہ کام کی اَور شکلیں بھی ہیں - مثلاً جب تم مقناطیس کے پاس سے لوہے کے ٹکڑے کو دُور ہٹاتے ہو تو اِس میں مقناطیسی کشش کا مقابلہ کرنا پڑتا ہے - کاغذ کو پھاڑتے ہو یا لکڑی کو توڑتے ہو تو اِس وقت کاغذ اور لکڑی کی قوتِ اتصال کا مقابلہ ہوتا ہے - یہ بھی کام ہی کی مختلف شکلیں ہیں - چنانچہ اِن کو بھی ہم "فُٹ پَونڈ" یا "گرام سمٹر" کی اِکائیوں سے تعبیر کر سکتے ہیں -

طاقت ——— کام کے باب میں جو کچھ ہم نے بیان کیا ہے اِس میں تم نے دیکھا ہوگا کہ وقت کا کوئی ذکر نہیں - اور واقعہ یہ ہے کہ کام کی مقدار کا اندازہ کرنا ہو تو وقت کو اِس میں کوئی دخل نہیں ہوتا - پتھر کو زمین سے اُٹھا کر دس فُٹ کی بلندی پر چڑھا دو تو یہ صورت خواہ ایک دقیقہ میں میسّر آئے خواہ ایک ہفتہ میں، کام کی مقدار ہر حال میں وُہی رہیگی - ہاں اگر وقت کا ذکر کیا جائے تو اِس سے کام کرنے والے کی استعداد معلوم ہو جائیگی - مثلاً ایک آدمی کسی پتھر کو ایک دقیقہ میں دس فُٹ کی بلندی پر چڑھاتا ہے - اور دُوسرا آدمی اُسی پتھر کو اِتنی ہی بلندی پر چڑھانے میں ایک دِن لگا دیتا ہے تو ہم کہینگے کہ پہلے آدمی میں کام کرنے کی استعداد زیادہ ہے - کام کرنے کی استعداد کو

علمی زبان میں **طاقت** کہتے ہیں۔ طاقت کا اندازہ کرنے کے لئے یہ دیکھنا چاہیئے کہ کتنی مدّت میں کتنا کام ہوتا ہے۔ اِس بناء پر طاقت کی تعریف حسبِ ذیل ہوگی:—

کام کرنے کی شرح کا نام طاقت ہے اور اِس کا اندازہ اِس بات سے ہوتا ہے کہ کرنے والا ایک ثانیہ میں کتنا کام کرتا ہے۔

تم نے اِنجنیروں کو "**اسپی طاقت**" کا لفظ بولتے ہوئے اکثر سُنا ہوگا۔ اِس سے مراد یہ ہے کہ کوئی عمدہ سا گھوڑا کس شرح سے کام کرسکتا ہے۔ عملی کاموں کا اندازہ کرنے کے لئے عالموں نے اِس شرح کی ایک حد مقرر کر رکھی ہے جس کی مقدار ۵۵۰ فُٹ پونڈ فی ثانیہ ہے۔ اِسی کو ایک "اسپی طاقت" کہتے ہیں۔ اور اِسی سے اِنجن وغیرہ کی طاقت کا اندازہ کرتے ہیں۔ مثلاً جب یہ کہا جائیگا کہ فلاں اِنجن دس "اسپی طاقت" کا ہے تو کہنے والے کا مطلب یہ ہوگا کہ اِنجن مذکور ۵۵۰ × ۱۰ = ۵۵۰۰ "فٹ پونڈ" فی ثانیہ کی شرح سے کام کرسکتا ہے۔

مثال ——— ایک آدمی جس کا وزن ۱۴۰ پونڈ ہے زینہ کے رستے دوڑتا ہؤا ۵ ثانیہ میں ۳۰ فٹ کی بلندی پر پہنچ گیا تو بتاؤ جاذبۂ زمین کے خلاف اُس نے کس شرح سے کام کیا۔

۵ ثانیہ کا کام = ۳۰ × ۱۴۰

= ۴۲۰۰ "فٹ پونڈ"

ایک ثانیہ کا کام		=	$\frac{۴۲۰۰}{۵}$ "فٹ پونڈ"
		=	۸۴۰ "فٹ پونڈ"
لہٰذا	کام کی شرح	=	$\frac{۸۴۰}{۵۵۰}$ "اسپی طاقت"
		=	۱٫۵۳ "اسپی طاقت"

رگڑ

رگڑ ـــــــ لکڑی کا قائمہ کُندہ، اُفقی میز پر پڑا ہو اور اُس پر اُفق کے متوازی تھوڑی سی قوت لگائی جائے تو وہ حرکت میں نہیں آتا۔ اِس کی وجہ یہ ہے کہ لگائی ہوئی قوت کا اثر ایک مساوی اور متضاد قوت کے عمل سے زائل ہو جاتا ہے۔ اِس متضاد قوت کا تقاضا یہ ہے کہ کُندے کو سکون میں رکھے۔ اِس قوت کا محل اُن دو سطحوں کے درمیان ہے جو ایک دُوسرے کو مَس کر رہی ہیں۔

میز اور کُندے کی سطحوں پر غور کرو۔ اِن میں کچھ نہ کچھ خشونت ضرور پائی جاتی ہے۔ اِس خشونت کی اصلیت یہ ہے کہ سطح پر مادہ کے چھوٹے چھوٹے ذرّے سطح سے اُوپر اُٹھے رہتے ہیں اور اُن کے درمیان اِسی نسبت سے چھوٹے چھوٹے نشیب و فراز پیدا ہو جاتے ہیں۔ جب دو چیزوں کی سطحیں ایک دُوسری سے مَس کرتی ہیں تو دونوں کے نشیب و فراز ایک دُوسرے میں پھنس جاتے ہیں۔ پھر ظاہر ہے کہ اُفقی میز پر رکھے ہوئے لکڑی کے کُندے پر اُفق کے متوازی قوت لگائی جائے تو کُندہ صرف دو

صورتوں میں حرکت کرسکتا ہے - ایک یہ کہ لگائی ہوئی قوت کے اثر سے، مَس کرنے والی سطحوں کے فراز ٹوٹتے جائیں - اور دُوسرے یہ کہ وہ ٹیڑھے ہوتے جائیں - دونوں صورتوں میں بلا شبہ، لگائی ہوئی قوت کا مقابلہ کرنے کے لئے مادہ کی سطحوں کے چھونے سے ایک قوت پیدا ہو جائیگی - اِسی قوت کا نام رگڑ ہے - یہ ظاہر ہے کہ مَس کرنے والی سطحوں میں خشونت زیادہ ہوگی تو اُن میں رگڑ بھی زیادہ ہوگی - اور اگر سطحوں میں ملاست زیادہ ہوگی تو رگڑ کم ہو جائیگی - چنانچہ لکڑی کی سطح پر روغن مل دیتے ہیں یا اُس کو کسی چیز سے رگڑ کر مُجلّا کر دیتے ہیں تو رگڑ کم ہو جاتی ہے۔

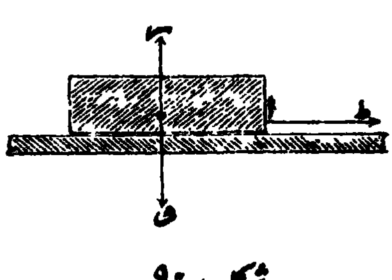
اُسی کُندے اور میز کی مثال پر پھر غور کرو - لگائی ہوئی قوت کو بالتدریج بڑھاتے جاؤگے تو اِس صورت میں بھی کُندہ حرکت میں نہ آئیگا - اِس سے ہم یوں قیاس کر سکتے ہیں کہ لگائی ہوئی قوت کے ساتھ ساتھ رگڑ کا اظہار بھی بڑھتا جاتا ہے - اور اُسی شرح سے بڑھتا ہے جو لگائی ہوئی قوت کے بڑھنے کی شرح ہے - لیکن اگر لگائی ہوئی قوت کو بالتدریج بڑھاتے جاؤ تو آخر ایک حد آجاتی ہے جس سے آگے رگڑ مقابلہ نہیں کرسکتی اور مغلوب ہو جاتی ہے - لگائی ہوئی قوت اِس حد سے ذرا زیادہ ہو جائیگی تو کُندہ حرکت کرنے لگیگا - اِس حد پر پہنچ کر رگڑ گویا اپنی قیمتِ اعظم پر آجاتی ہے - رگڑ کی اِس قیمتِ اعظم کو انتہائی رگڑ کہتے ہیں - انتہائی رگڑ کی مقدار چونکہ عین اُس مقدار کے مساوی ہے جو اِس موقع پر، لگائی ہوئی قوت کی مقدار ہے اس لئے لگائی ہوئی قوت کے اندازہ سے،

انتہائی رگڑ کا بخوبی اندازہ ہو سکتا ہے۔

لگائی ہوئی قوت کے غلبہ سے جب ایک مرتبہ حرکت شروع ہو جائے تو پھر حرکت کو جاری رکھنے کے لئے مقابلتاً کم قوت درکار ہے۔ اِس سے ظاہر ہے کہ اگر مَس کرنے والی سطحوں میں سے ایک سطح دُوسری کی اِضافت سے حرکت میں ہو تو رگڑ کا زور گھٹ کر انتہائی رگڑ سے کم ہو جاتا ہے۔ اِس صورت میں مَس کرنے والی سطحوں میں جو رگڑ ہوتی ہے اُس کو پھسلوان رگڑ کہتے ہیں۔

تجربہ ۲۰ —— لکڑی اور لکڑی میں رگڑ۔

لکڑی کا ایک قائمہ کندہ لو اور اُس کے ایک چھوٹے پہلو کے وسط میں نقطہ ا (شکل ۹۰) پر ایک چھوٹا سا کُنڈا گاڑ دو۔ پھر کُندے کو تول کر لکڑی کی ایک صاف اُفقی سطح پر رکھ دو۔ کُنڈے میں ایک کمانیدار ترازو کا ٹہک پھنسا دو۔ اب ترازو کی مدد سے کندہ پر ایک افقی قوت ط لگاؤ اور قوت کو بالتدریج بڑھاتے جاؤ۔ عین اُس موقع پر کہ حرکت شروع ہونے لگے کمانیدار ترازو کا نشان دیکھ لو۔ پھر حرکت کے دَوران میں بھی دیکھو کہ ترازو کتنی قوت کا نشان دے رہی ہے۔ کئی بار یہی تجربہ کرو اور اِس بات کا خیال رکھو کہ میز کا وُہی حصہ ہر تجربہ میں استعمال کیا جائے۔



شکل ۹۰۔

کندہ پر ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰، وغیرہ، وغیرہ، گرام کے

باٹ رکھ کر وزن **و** کو بڑھاتے جاؤ۔ اور اِس بات کو دیکھتے جاؤ کہ **و** کی ہر قیمت کے جواب میں انتہائی رگڑ اور پھسلواں رگڑ کتنی کتنی ہے۔ مشاہدوں کو ایک جدول کی شکل میں لکھو۔ پھر انتہائی رگڑ اور وزنوں کا مقابلہ کرنے کے لئے مربعدار کاغذ پر ایک مُنحنی تیار کرو۔

جب مُنحنی تیار ہو جائے تو اُس کی نوعیت پر غور کرو اور دیکھو اِس سے کیا نتیجہ پیدا ہوتا ہے۔

اب کُندے کو اُلٹ کر اِس طرح رکھو کہ اُس کا ایک چھوٹا پہلو میز سے مَس کرنے لگے۔ پھر اُسی تجربہ کو دُہراؤ اور یہ بات معلوم کرو کہ وزن مستقل رہے تو آیا انتہائی رگڑ، چھونے والی سطحوں کے رقبہ پر موقوف ہے۔

تجربہ ۷ ــــــ شیشہ اور شیشہ میں رگڑ۔ وُہی تجربہ اب اِس طرح کرو کہ شیشہ کی ایک صاف اُفقی سطح پر ایک شیشہ کا کُندہ رکھو۔ پھر اِس تجربہ سے وزن، اور اِنتہائی رگڑ کے متعلق جو مشاہدے حاصل ہوں اُن کی تعبیر کے لئے بھی اُسی پیمانہ پر ایک مُنحنی تیار کرو جو تم نے گزشتہ تجربہ میں اختیار کیا تھا۔

شیشہ کی سطحوں پر ذرا سا تیل مل دو۔ پھر دیکھو اِنتہائی رگڑ اور پھسلوان رگڑ پر اِس کا کچھ اثر ہوتا ہے یا نہیں؟

رگڑ کے کُلیات ــــــ اِن تجربوں کی مدد سے رگڑ کے بُنیادی کلیات کی تصدیق ہوسکتی ہے۔ اِس میں شک نہیں کہ اِن تجربوں میں پوری پوری نزاکت ملحوظ نہیں رہ سکتی۔

اِس لئے ضرور ہے کہ نتائج میں بھی صحت کا پہلو قائم نہ رہے۔ تاہم ایک موٹی سی تصدیق کے لئے یہ نتائج بخوبی کام دے سکتے ہیں۔

رگڑ کے کلیات، حسبِ ذیل ہیں :-

(۱) انتہائی رگڑ ہمیشہ پھسلواں رگڑ سے زیادہ ہوتی ہے۔

(۲) رگڑ وزن کی متناسب رہتی ہے۔

(۳) رگڑ مَس کرنے والی سطحوں کے مادہ کی نوعیت پر موقوف ہے۔

(۴) رگڑ کی مقدار مَس کرنے والی سطحوں کے رقبہ پر موقوف نہیں۔

رگڑ کا مکرّر ——— اُوپر کے تجربوں سے یہ بات بخوبی ثابت ہوسکتی ہے کہ انتہائی رگڑ، مَس کرنے والی سطحوں کے مادہ کی نوعیت پر موقوف ہے۔ چنانچہ لکڑی اور لکڑی میں انتہائی رگڑ زیادہ ہے۔ اور شیشہ اور شیشہ میں مقابلتہً کم۔ علاوہ بریں اُوپر کے تجربوں میں اپنے مشاہدوں کو ترسیماً تعبیر کرنے کے لئے جو منحنی تم نے تیار کئے ہیں اُن سے تم سمجھ سکتے ہو کہ جب تک مَس کرنے والی سطحیں وہی رہیں انتہائی رگڑ، اور اِس انتہائی رگڑ کے جواب میں اُوپر رکھے ہوئے جسم کا وزن ہے، اِن دونوں کا تناسب ہر حال میں مستقل رہتا ہے۔ یہ حقیقت میں وُہی مسئلہ ہے جس کو ہم نے کُلیہ (۲) کی شکل میں بیان کیا ہے۔ فرض کرو کہ اُوپر رکھے ہوئے جسم کا دباؤ یعنی اُس کا وزن و ہے اور اِس کے جواب میں انتہائی رگڑ ط، تو و کی مقدار جو کچھ بھی ہو جب تک مَس کرنے والی سطحیں

وُہی ہیں ط اور و کا تناسب ایک حال پر قائم رہیگا۔ ریاضی کی زبان میں اِس کُلیہ کی صورت حسبِ ذیل ہے :-

$$\frac{ط}{و} = \text{مقدارِ مستقل}$$

اِس مقدارِ مستقل کو رگڑ کا مکرر کہتے ہیں۔

توانائی

توانائی —— تمام متحرک جسموں میں توانائی پائی جاتی ہے۔ چنانچہ ہوا جب حرکت میں آتی ہے تو باؤن چکی کے بادبانوں کو حرکت دیتی ہے اور اِس سے چکی چلنے لگتی ہے۔ اِسی طرح، متحرک ہوا جہازوں کو چلاتی ہے جس میں اُسے پانی کی مزاحمت کا مقابلہ کرنا پڑتا ہے۔ ندی کا پانی پن چکی کے پہیہ کو حرکت میں لاتا ہے اور اِس طرح متحرک پانی کی توانائی اناج پیسنے میں صرف ہوتی ہے۔ گولہ توپ سے چھوٹتا ہے تو سامنے کی دیوار کو توڑ کر آگے نکل جاتا ہے۔ اِس میں گولے کی توانائی کو مادہ کی قوتِ اتصال کا مقابلہ کرنا پڑتا ہے۔ اِس بناء پر توانائی کی تعریف حسبِ ذیل ہوگی :-

کسی جسم کی توانائی سے، کام کرنے یا مزاحمت پر غالب آنے کی طاقت مُراد ہے۔

تجربہ ۶۰ —— خالی بوتل کے مُنہ پر پتلا سا کاغذ باندھ دو اور کاغذ کے اُوپر ایک سیسے کی گولی رکھو۔ دیکھو کاغذ گولی کے بوجھ کو

سہار لیتا ہے - اب گولی کو اُوپر اُٹھاؤ اور بلندی سے کاغذ پر گرا دو - دیکھو گولی نے کاغذ کو چھید دیا -

تجربہ عث —— پتلے سے تاگے کے ساتھ بوجھ باندھ کر لٹکا دو۔ دیکھو تاگے نے بوجھ کو سہار لیا ہے۔ اب تاگے کا آزاد سرا اور بوجھ دونوں کو ہاتھ میں لے لو۔ پھر تاگے کے سرے کو تو تھامے رہو اور بوجھ کو ہاتھ سے گر جانے دو۔ دیکھو اسی بوجھ نے تاگے کو توڑ دیا۔

تجربہ علث —— کمانیدار ترازو کے ساتھ ایک تاگا لٹکا دو اور تاگے کے نیچے والے سرے کے ساتھ بوجھ باندھ دو۔ دیکھو ترازو کا نمائشندہ کتنی قوت کا نشان دے رہا ہے۔ اب بوجھ کو اُوپر اُٹھا کر چھوڑ دو۔ دیکھو اس صورت میں ترازو کی کمانی زیادہ کھنچ گئی ہے۔

یہ تمام مثالیں متحرک اجسام کی توانائی پر دلالت کرتی ہیں۔ یہ توانائی حرکت کے "فعل میں" آنے کا نتیجہ ہے۔ اس بناء پر اس توانائی کو **توانائی بالفعل** کہتے ہیں۔ چنانچہ توانائی بالفعل کی تعریف حسبِ ذیل ہوگی :-

توانائی بالفعل سے متحرک مادہ کی توانائی مراد ہے۔

اور **وہ توانائی جو توانائی بالفعل نہ ہو اُس کو توانائی بالقوہ کہتے ہیں۔**

توانائی بالقوّہ مناسب صورتوں میں توانائی بالفعل کی شکل اختیار کر لیتی ہے۔ پتھر چھت پر رکھا ہو تو ظاہر ہے کہ زمین سے اُٹھا کر چھت پر لے جانے میں کام صرف ہوا ہے۔ اور جیسا کہ تم پہلے پڑھ چکے ہو اس کام کی مقدار دو چیزوں کا حاصل

ضرب ہے۔ ایک پتھر کا وزن اور دُوسرے وہ عمودی فاصلہ جو زمین سے چھت تک پتھر نے طے کیا ہے۔ اب پتھر کے نیچے چھت میں سُوراخ ہو جائے تو پتھر آزادانہ حرکت کرنے لگیگا اور زمین پر گِر پڑیگا۔ یہ ظاہر ہے کہ پتھر کا وزن وُہی ہے جو چھت پر لے جانے کے وقت تھا اور عمودی فاصلہ بھی اُس نے اُتنا ہی طے کیا ہے جتنا کہ چھت پر جانے کے وقت طے کیا تھا۔ اِس لئے پتھر نے چھت سے گِر کر عموداً زمین تک آنے میں اُتنا ہی کام کیا ہے جتنا اِس کو عموداً چھت پر لے جانے میں صرف ہؤا تھا۔ اِس سے ہم قیاس کر سکتے ہیں کہ چھت پر رکھے ہوئے پتھر میں اُس کی **وضع** کے لحاظ سے توانائی کی ایک خاص مقدار بالقوہ موجود ہے۔ اور یہ توانائی عین اُسی قدر کام کرسکتی ہے جتنا کام پتھر کو اِس **وضع** میں لانے کے لئے صرف کرنا پڑا تھا۔

اِسی طرح جب ہم گھڑی کو کُوک دیتے ہیں تو اِس کام میں جو توانائی ہم نے بالفعل صرف کی ہے وہ کُوک دینے کے بعد گھڑی میں بالقوہ موجود ہوتی ہے۔ چنانچہ اِسی قوت سے کمانی' گھڑی کو حرکت دیتی ہے۔ کمانی بالتدریج کُھلتی جاتی ہے تو یہ **توانائی بالقوہ' توانائی بالفعل** میں تبدیل ہو جاتی ہے۔

فرض کرو کہ ک کمیت کا مادہ ابتداءً سکون میں ہے۔ پھر کسی مستقل قوت کے عمل سے حرکت میں آگیا ہے اور کچھ وقت گزر جانے کے بعد اِس کی رفتار س ہے۔ یہ ظاہر ہے کہ اِس دَوران میں قوت کا نقطۂ عمل حرکت کرتا رہا ہے۔ اِس لئے جسم

اِس کو یوں تصور کرینگے کہ **قوت نے کام کیا ہے۔ اور یہ کام بہر صورت متحرک مادہ کی توانائی بالفعل کا مساوی ہونا چاہیئے**۔ بنابریں

توانائی بالفعل = قوت × قوت کے نقطۂ عمل کا طے کردہ فاصلہ

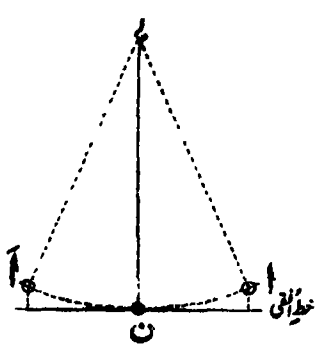
= (کمیتِ مادہ × اِسراع) × (اوسط رفتار × وقت)

= (کمیتِ مادہ × $\frac{\text{ر}}{\text{وقت}}$) × ($\frac{\text{ر} + \text{٠}}{\text{٢}}$ × وقت)

= $\frac{1}{2}$ ک ر٢

اِس کُلیہ کو لفظوں میں یوں بیان کیا جائیگا کہ متحرک مادہ کی توانائی بالفعل اُس کی کمیت اور مربعِ رفتار کے حاصلِ ضرب کے نصف کی مساوی ہے۔ اگر ک پونڈوں میں ہو اور ر فٹوں میں تو ظاہر ہے کہ توانائی بالفعل کو "فٹ پونڈلوں" میں بیان کیا جائیگا۔ اِسے ۳۲ پر تقسیم کر دیا جائے تو توانائی بالفعل "فٹ پونڈوں" میں تحویل ہو جائیگی۔

رقاص کی حرکت میں توانائی کی دونوں شکلوں کی مثالیں موجود ہیں۔ چنانچہ رقاص حرکت کرتا ہؤا جب اپنے اہتزاز کے اِنتہائی مقام ا (شکل ۹۱) پر پہنچتا ہے تو اُس کے شاقول میں اِس قدر توانائی بالقوہ جمع ہو جاتی ہے کہ وہ اُس کو ایک



شکل ۹۱ - رقاص اہتزاز میں۔

اِرتعاشِ کامل کے نصف تک واپس لاسکتی ہے۔ شکل میں یہ مقام نقطہ ن ہے اور یہی اُس کی حرکت کا پست سے پست نقطہ ہے۔ شاقول جب اِس نقطہ پر پہنچتا ہے تو اُس کی تمام توانائی جو اُس میں نقطہ ا پر بالقوہ موجود تھی، صرف ہو جاتی ہے۔ لیکن شاقول نقطہ ن پر، حرکت کرتا ہؤا پہنچا ہے۔ اور ایک خاص رفتار رکھتا ہے۔ اِس لئے اُس میں توانائی بالفعل موجود ہے اور یہ توانائی اُس کو دُوسرے مقامِ سکون یعنی نقطہ اَ تک لے جانے کے لئے کافی ہے۔ اَ پر پہنچ کر پھر اِس میں توانائی بالقوہ ہوگی۔ اور اَ سے ا تک پھر اُس کے وہی واردات ہونگے۔ یعنی نقطہ ن تک واپس آنے میں اُس کی تمام توانائی بالقوہ، توانائی بالفعل میں بدل جائیگی۔ اور ن سے ا تک پہنچنے میں یہ توانائی بالفعل، پھر توانائی بالقوہ کی شکل اختیار کر لیگی۔ غرض رقّاص کی تمام حرکت کے دَوران میں توانائی کی شکلوں کا یہی رد و بدل ہوتا رہتا ہے۔

رقّاص کے دَورانِ حرکت میں اِس بات پر غور کرو کہ ن اور ا کے مابین کسی نقطہ پر شاقول کے واردات کیا ہونگے۔ اِس میں شک نہیں کہ اِس قسم کے کسی نقطہ پر شاقول میں کچھ توانائی اُس کی وضع کے اعتبار سے ہونی چاہئے اور کچھ حرکت کے اعتبار سے۔ لیکن توانائی کی مجموعی مقدار یعنی توانائی بالفعل اور توانائی بالقوہ کا مجموعہ ہمیشہ وُہی رہتا ہے۔ توانائی کی ایک شکل میں جس قدر نقصان ہوتا ہے اُسی قدر

دُوسری شکل میں اضافہ ہو جاتا ہے۔

توانائی کی شکلیں ـــــــــ کوئی جسم بہ ہیئت مجموئی متحرک نہ ہو تو اِس صورت میں بھی ممکن ہے کہ کسی اور سبب سے اُس کے وجود میں توانائی موجود ہو۔ مثلاً کوئی جسم ارتعاش میں ہو یا اُس کو گرم کر دیا جائے یا برقا دیا جائے تو اِن صورتوں میں بھی اُس کے وجود میں توانائی پیدا ہو جائیگی۔ کوئی جسم تیز ارتعاش میں ہو تو اُس سے آواز نکلنے لگتی ہے۔ اِس لئے آواز کو بھی ہم توانائی ہی کی ایک شکل تصور کر سکتے ہیں۔ آگے چل کر تم دیکھوگے کہ حرارت جب گرم جسم سے سرد جسم میں آتی ہے تو اِس سے بھی کام لیا جا سکتا ہے۔ اِس بناء پر حرارت کو بھی توانائی کی ایک مستقل شکل قرار دے سکتے ہیں۔ کوئی جسم بہت گرم ہو جاتا ہے تو روشنی دینے لگتا ہے۔ اِس سے ہم قیاس کر سکتے ہیں کہ نور اور حرارت ایک ہی اصل کے شاخسانے ہیں۔ اِس لئے حرارت کی طرح نور کو بھی توانائی ہی کا ظہور سمجھنا چاہئے۔ جب کسی جسم کو برقا دیتے ہیں تو اُس میں آن برقائے اور بعض برقائے ہوئے اجسام کو جذب کرنے کی طاقت پیدا ہو جاتی ہے۔ اِن اجسام میں جذب کی طاقت کا پیدا ہونا اُن کے برقاؤ کا نتیجہ ہے۔ پھر ضرور ہے کہ برقاؤ بھی توانائی ہی کی ایک شکل سمجھی جائے۔ لیکن اِس بات کو بھولنا نہ چاہئے کہ برق اور برقاؤ کا مفہوم ایک نہیں۔ مقناطیس کا جذب بھی کام کرنے کی قابلیت

رکھتا ہے ۔ اِس لئے اجسام کی مقناطیسیت بھی توانائی ہی کی ایک شکل ہے ۔ کیمیائی ترکیبیں ظہور میں آتی ہیں تو عموماً حرارت پیدا ہوتی ہے ۔ علاوہ بریں کیمیائی ترکیبیں ایک قسم کی کشش کا نتیجہ ہیں جو مختلف نوعیت کے مادوں میں پائی جاتی ہے ۔ بناء بریں ہم کہہ سکتے ہیں کہ کیمیائی ترکیبوں کے ساتھ ساتھ توانائی کا تغیر متصور ہے ۔ پھر کیا کیمیائی کشش کو بھی توانائی ہی کی ایک شکل نہ سمجھنا چاہئیے ؟

اِس تقریر سے ظاہر ہے کہ متحرک اجسام کی توانائی کے علاوہ توانائی کی اَور شکلیں بھی ہیں ۔ چنانچہ آواز، حرارت ، نور ، برقاؤ ، مقناطیسیت ، اور کیمیائی عمل بھی توانائی ہی کے مختلف ظہور ہیں ۔

توانائی کی تبدیلِ ہئیت ——— توانائی ایک شکل چھوڑ کر دُوسری شکل اختیار کرسکتی ہے ۔ مثلاً متحرک اجسام کی توانائی آواز یا حرارت میں بدل سکتی ہے ۔ اور حرارت کو متحرک اجسام کی توانائی یا برقی رَو کی توانائی یا کیمیائی عمل کی توانائی میں تبدیل کرسکتے ہیں ۔ غرض توانائی کی سب شکلوں کا یہی حال ہے کہ حسبِ موقع ایک دُوسری میں تبدیل ہو جاتی ہیں ۔ لیکن امورِ فطرت کے مطالعہ سے معلوم ہوتا ہے کہ توانائی کی تمام شکلیں بالتدریج حرارت میں تبدیل ہوتی جارہی ہیں ۔ ممکن ہے کہ قرنہا قرن کے گزرنے کے بعد یہ تبدیلی مکمل ہو جائے ۔ پھر ظاہر ہے کہ تمام عالم ایک تپشِ واحد پر آجائیگا ۔ اِس کے بعد توانائی کی تبدیلِ ہئیت کا

کوئی امکان نہ ہوگا۔ جب دنیا کو یہ موہوم حالت میسر آجائیگی تو ظاہر ہے کہ دنیا گویا مُردہ ہو جائیگی۔ اور اُس میں حرکت کا کوئی شائبہ باقی نہ رہیگا۔

بقائے توانائی ـــــــ مادہ کی طرح توانائی کو بھی ہم فنا نہیں کر سکتے۔ محیطِ عالم میں توانائی کی مجموعی مقدار ہر حالت میں مستقل رہتی ہے۔ یہ ہو سکتا ہے کہ توانائی کی ایک شکل دُوسری شکل میں تبدیل ہو جائے۔ لیکن یہ نہیں ہو سکتا کہ ہم نئے سِرے سے توانائی پیدا کرلیں۔ اِس میں شک نہیں کہ توانائی جب ایک شکل سے دُوسری شکل میں آتی ہے تو اُس کا کچھ حصّہ ہماری نگاہ سے گم ہو جاتا ہے۔ اور اِس حصّہ کا کوئی سُراغ نہیں ملتا۔ نہ اِس کے غائب ہو جانے کی ہم کوئی توجیہ کر سکتے ہیں۔ لیکن اکثر وجوہات کی بنا پر ہمیں اِس بات کا یقین ہو چکا ہے کہ ہمارے تجربوں میں اگر کافی درجہ کی نزاکت پیدا ہو جائے تو توانائی کا کوئی حصہ توجیہ سے خالی نہ رہیگا۔

رگڑ پر غالب آنے میں کام کرنا پڑتا ہے ـــــــ دو سطحیں ایک دُوسری سے رگڑ کھاتی ہیں (مثلاً لکڑی کے کُندے کو آہستہ آہستہ میز پر کھینچتے ہیں) تو اِس میں کام صرف ہوتا ہے۔ لیکن اِس پر بھی دونوں جسم جو رگڑ کھا رہے ہیں اُن میں نہ توانائی بالفعل پیدا ہوتی ہے نہ اُن کی توانائی بالقوہ میں کچھ اضافہ ہوتا ہے۔ پھر ہماری لگائی ہوئی قوت جو کام کرتی ہے، وہ کہاں غائب ہو جاتا ہے۔ اِس میں شک نہیں کہ یہ کام رگڑ کے

مغلوب کرنے میں صرف ہوتا ہے - اور اِس کام کی مساوی توانائی، رگڑ کھانے والی سطحوں کے درمیان، حرارت کی شکل میں ظاہر ہوتی ہے -

ہم بتا چکے ہیں کہ توانائی کی مجموعی مقدار مستقل ہے۔ پھر ظاہر ہے کہ کام حرارت کی شکل اختیار کرتا ہے تو حرارت کی شکل میں ظاہر ہونے والی توانائی کی مقدار ہمیشہ کام کی ہم پلہ ہونی چاہئے۔ کام اور حرارت کا یہ تعلق تجربوں سے بخوبی ثابت ہو چکا ہے۔ اِس بنا پر کام کی اُس مقدار کو جو حرارت کی ایک اِکائی کی ہم پلہ ہے **حرارت کا معادلِ جیلی** کہتے ہیں - اِس مضمون سے ہم آگے چل کر بحث کرینگے -

نویں فصل کی مشقیں

۱- مندرجہ ذیل اصطلاحات سے کیا مراد ہے ؟
رفتار - کمیتِ مادہ - قوت - کام - توانائی - جمود -

۲ - "فُٹ پونڈ" اور "اسپی طاقت" کی اصطلاحوں کی تشریح کرو۔ چھپن چھپن پَونڈ کے ۲۵ وزنوں کو زمین سے، چار چار فُٹ اُونچا اُٹھایا جائے تو اِس صورت میں بالجملہ کتنا کام ہوگا؟

۳ - ایک آدمی پمپ کی مدد سے فی دقیقہ ۲۰ گیلن پانی ۱۶ فُٹ کی بلندی پر چڑھا رہا ہے - بتاؤ اُس کے کام کی شرح کتنے "فُٹ پَونڈ" فی ساعت ہے -

۴ - ۲۰ فُٹ لمبا زینہ ایک عمودی دیوار کے ساتھ اِس طرح کھڑا ہے کہ

زینہ اور دیوار کے درمیان ۳۰° کا زاویہ بنتا ہے۔ ۱۴۰ پونڈ وزن کا ایک آدمی اِس زینہ پر چڑھا تو بتاؤ اُس نے زینہ کی چوٹی تک پہنچنے میں کتنا کام کیا؟

۵ ۔ ایک اِنجن اِس مطلب کے لئے بنایا گیا ہے کہ ۵۰۰ گیلن فی دقیقہ کی شرح سے پانی کو ۴۰ گز کی بلندی پر پہنچا دے۔ بتاؤ یہ اِنجن کتنی "اسپی طاقت" کا ہے؟

۶ ۔ ایک ریل گاڑی کی کمیت ۲۵۰ ٹن ہے۔ اُفق کے متوازی بچھی ہوئی پٹڑی پر چلنے میں اُس کی حرکت کو ۱۵ پونڈ فی ٹن مزاحمت پیش آتی ہے۔ بتاؤ اِس پٹڑی پر ۴۰ میل فی ساعت رفتار قائم رکھنے کے لئے کتنی "اسپی طاقت" کا اِنجن درکار ہے۔

۷ ۔ توانائی بالفعل اور توانائی بالقوہ میں کیا فرق ہے؟

۸ ۔ کام کی تعریف کرو اور ایک تجربہ بیان کرو جس سے یہ ثابت ہو کہ گرتی ہوئی گولی میں بھی کام کرنے کی قابلیت ہوتی ہے۔

۹ ۔ ایک "فٹ پونڈ" کام سے کیا مُراد ہے؟ "فٹ پونڈ" کی اِکائیوں میں "اسپی طاقت" کی قیمت کیا ہوگی؟

۱۰ ۔ توانائی بالفعل کا اندازہ کس طرح ہوتا ہے؟ نتیجہ کو "فٹ پونڈ" کی اِکائیوں سے تعبیر کرنا چاہیں تو اِس کا کیا قاعدہ ہے؟

۱۱ ۔ ۱۴۰ پونڈ وزن کا ایک آدمی اپنی پشت پر ۱۰۰ پونڈ کا بوجھ لادکر زینہ کے رستے ۵۰ فٹ کی بلندی پر لے گیا ہے۔ بتاؤ اُس نے بالجملہ کتنا کام کیا۔ اور اِس کام کا کتنا حصہ سودمند ہے؟

۱۲ ۔ ۱۰ پونڈ وزن کا ایک جسم اُفقی سطح پر ۴ پونڈ کی قوت لگاکر ۵۰ فٹ تک کھینچا گیا ہے۔ بتاؤ اِس صورت میں قوت نے کتنا کام

کیا ہے ؟ اور کس قوت کے خلاف کیا ہے ؟

۱۳۔ کوئی آدمی ۰۰۰ '۱۰ ' ۲ "فٹ پونڈ" فی ساعت کی شرح سے کام کر سکتا ہو تو اُس کو ۱۰ مَن کا بوجھ ۱۵۰ فٹ کی بلندی پر پہنچانے میں کتنی دیر لگیگی ؟ اِس بات کو مان لو کہ اُس کے پاس مناسب مشین موجود ہے۔

۱۴۔ ایک گھوڑا ۲۷ پونڈ وزن کی مساوی قوت ' اُفق کے متوازی لگاکر اُفقی سڑک پر گاڑی کو ½۳ میل فی ساعت کی رفتار سے کھینچتا ہے۔ بتاؤ ۵ دقیقہ میں وہ کتنا کام کرلیتا ہے ؟

۱۵۔ ۲۰ پونڈ کمیت کا گولہ ۴۰۰ فٹ کی بلندی سے گرا ہو تو زمین پر پہنچنے کے وقت اُس میں کتنی توانائی ہوگی ؟

۱۶۔ ۵ پونڈ کمیت کا مادہ ۱۰ فٹ فی ثانیہ کی رفتار سے حرکت کر رہا ہو تو اُس کی توانائی بالفعل کیا ہوگی ؟ جواب کے ساتھ اِس بات کی بھی توضیح کرو کہ تمہارا جواب کس اِکائی پر مبنی ہے۔

۱۷۔ ۱۰ پونڈ کمیت کا جسم ۳۰ فٹ اُونچے مکان کی چھت پر پہنچا دیا گیا ہے۔ بتاؤ اُس کی **وضع** کی تبدیلی نے اُس میں کتنے "فٹ پونڈ" توانائی بالقوہ پیدا کردی ہے ؟ جسمِ مذکور چھت پر سے گر پڑے تو زمین تک پہنچنے میں کتنے "فٹ پونڈ" توانائی بالفعل اُس کے وجود میں پیدا ہو جائیگی ؟

۱۸۔ تجربہ سے ثابت کرو کہ حرکتِ مرئی کی بناء پر کسی جسم میں جو توانائی موجود ہوتی ہے وہ ایک جسم سے دُوسرے جسم میں منتقل کی جاسکتی ہے؟

۱۹۔ اِس بات کا تمہارے پاس کیا ثبوت ہے کہ حرکتِ مرئی سے پیدا ہونے والی توانائی ' حرارت کی شکل میں تبدیل ہوسکتی ہے ؟

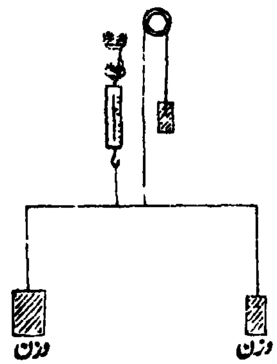
دسویں فصل

قوائے متوازی بیرم

قوتیں جو متوازی سمتوں میں عمل کرتی ہیں اُنہیں قوائے متوازی کہتے ہیں۔ قوائے متوازی کی سمتِ عمل ایک ہی طرف پڑتی ہو تو اُن کا نام موافق قوائے متوازی ہوگا۔ اور اگر اُن کا عمل متضاد سمتوں میں ہو تو اِس صورت میں اُن کو مخالف قوائے متوازی کہینگے۔ اب آؤ یہ دیکھیں کہ اِس قسم کی قوتوں کا حاصل کیونکر معلوم ہوسکتا ہے۔

تجربہ ۸۲ —— ایک ہلکا، اُستوار رُول لو۔ اُس کے وسط میں ڈوری باندھ کر ڈوری کو ایک چرخی کے ساتھ لٹکادو۔ پھر ڈوری کے آزاد سرے کے ساتھ اِتنا بوجھ باندھو کہ رُول کے وزن کا تعادل ہو جائے۔ اب رُول کے ذاتی وزن کا ہمارے تجربہ پر کچھ اثر نہ پڑیگا۔ جیسا کہ شکل ۹۲ میں دکھایا گیا ہے۔ رُول کے کسی نقطہ پر کمانیدار ترازو لگاؤ اور رُول کے سروں پر اِس مقدار کے دو وزن لٹکادو کہ رُول اُفق کے متوازی رہے۔ اب تمہارے سامنے دو موافق متوازی قوتیں ہیں۔ یعنی وزن جو رُول پر عموداً نیچے کی طرف عمل کررہے ہیں۔ یہ دونوں قوتیں ایک قوتِ واحد یعنی ترازو کے تناؤ کے

تعادل میں ہیں۔ اِس لئے اِن کا حاصل، مقدار میں ترازو کے تناؤ کی قوت کا مساوی ہوگا اور سمتِ عمل میں اُس کا متضاد۔ ترازو کا تناؤ صاف بتا دیگا کہ اِن دونوں قوتوں کا حاصل، مقدار میں اِن دونوں قوتوں کے مجموعہ کا مساوی ہے اور اِس کی سمتِ عمل وہی ہے جو اِن موافق متوازی قوتوں



شکل ۹۲

کی سمتِ عمل ہے۔ مثلاً وزن ب ۱۲ پونڈ ہے اور وزن ج ۶ پونڈ تو کمانیدار ترازو کا نمائندہ ۱۸ پونڈ کا نشان دیگا۔

اِس تجربہ سے ثابت ہے کہ دو متوازی قوتیں کسی اُستوار جسم پر ایک ہی سمت میں عمل کریں تو اُن کا مجموعی اثر ایک ایسی قوتِ واحد کے اثر کا مساوی ہوگا جس کی سمتِ عمل اُن ہی قوتوں کے متوازی ہو۔ اُوپر کے تجربہ میں رُول کے ساتھ مختلف مقامات پر تین چار یا اِس سے بھی زیادہ بوجھ لٹکا کر دیکھو اِس کا کیا نتیجہ ہوتا ہے۔ ہر حالت میں کمانیدار ترازو اِس بات کا پتہ دیگی کہ اُس کا تناؤ بوجھوں کے مجموعہ کا مساوی ہے۔ لہٰذا

موافق قوائے متوازی کا حاصل، مقدار میں اِن قوتوں کے مجموعہ کا مساوی ہوتا ہے اور سمتِ عمل میں اِن کے ساتھ متحد۔

اب آؤ یہ دیکھیں کہ مخالف قوائے متوازی کا کیا حال ہے

تجربہ ۸۳ —— اُوپر کے تجربہ میں جو ڈوری رُول کو تھامے ہوئے ہے اُس کے سرے ا پر کچھ زاید وزن رکھ دو اور تعادل قائم رکھنے کے لئے رُول کے سروں پر بھی وزنوں کی مقدار زیادہ کردو۔ اب تمہارے سامنے رُول پر تین قوائے متوازی عمل کر رہی ہیں۔ دو رُول کے سروں پر جن کی سمتِ عمل نیچے کی طرف ہے۔ اور تیسری قوت، ا پر کا زاید وزن ہے جو ڈوری کی مدد سے رُول کو اُوپر کی طرف سہارے ہوئے ہے۔ اِس بات کو یاد رکھو کہ ا پر جو وزن پہلے موجود تھا اُس کا اثر رُول کے ذاتی وزن کا مقابلہ کرنے میں زائل ہو جاتا ہے۔ اِس لئے اِس تجربہ میں وہ قابلِ لحاظ نہیں۔

رُول کے سروں پر جو وزن ہیں اُن کے حاصل کو ہم ثابت کر چکے ہیں کہ وہ اُن کے مجموعہ کا مساوی ہے۔ اِس مجموعہ میں سے ا پر کا زاید وزن تفریق کردو تو معلوم ہوگا کہ تجربہ میں کمانیدار ترازو کا تناؤ اِس حاصلِ تفریق کے برابر ہے۔ مثلاً فرض کرو کہ ب پر ۱۵ پونڈ کا وزن ہے۔ ج پر ۲۰ پونڈ کا وزن اور ا پر جو زاید وزن رکھا گیا ہے اُس کی مقدار ۱۰ پونڈ ہے۔ تو اِس صورت میں رُول پر نیچے کی طرف کو ۳۵ پونڈ قوت کا کھنچاؤ ہے اور اُوپر کی طرف کو ۱۰ پونڈ قوت کا۔ کمانیدار ترازو پر صرف (۳۵—۱۰) = ۲۵ پونڈ قوت کا کھنچاؤ پڑیگا۔ اور یہی اِن تین متوازی قوتوں کا حاصل ہے۔

اِس تجربہ سے ثابت ہے کہ اِن تین متوازی قوتوں کا حاصل، سمتِ واحد میں عمل کرنے والی قوتوں کے مجموعۂ اثر، اور سمتِ متضاد میں عمل کرنے والی قوت، کا حاصلِ تفریق ہے۔ اور اِس کی سمتِ عمل وہ ہے جو بڑی قوتِ مجموعی کی سمتِ عمل ہے۔ اب اِن دونوں تجربوں کو مِلاکر دیکھو تو اِس سے ذیل کا

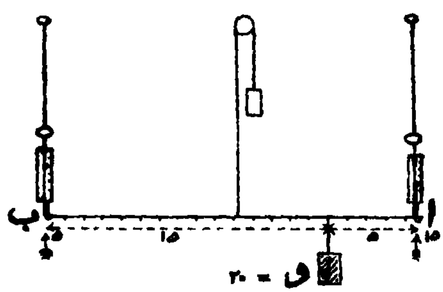
نتیجہ نکلیگا :-

کسی ایک سمت میں جتنی متوازی قوتیں عمل کرتی ہیں اُن کے مجموعہ میں سے سمتِ متضاد میں عمل کرنے والی متوازی قوتوں کا مجموعہ تفریق کردو تو حاصلِ تفریق اِن تمام قوتوں کا حاصل ہوگا۔ اور اُس کی سمتِ عمل وُہی ہوگی جو بڑی قوتِ مجموعی کی سمتِ عمل ہے۔

لیکن تم دیکھ چکے ہو کہ کسی قوت کی پُوری پُوری تعیین کے لئے تین چیزوں کا جاننا ضروری ہے یعنی قوت کی مقدار، اُس کی سمتِ عمل، اور اُس کا نقطۂ عمل۔ یہ ہم نے دکھا دیا ہے کہ متوازی قوتیں موافق ہوں یا مخالف، اُن کے حاصل کی مقدار اور سمتِ عمل کس طرح دریافت ہوسکتی ہے۔ اب یہ دیکھنا چاہئے کہ حاصل کا نقطۂ عمل تجربہ سے کیونکر معلوم کرسکتے ہیں۔ فی الحال ہم صرف موافق توائے متوازی سے بحث کرینگے۔

تجربہ ۱۳۸ ـــــ ایک ہلکا اُستوار رُول ا ب لے کر اُس کے مرکز پر ڈوری باندھو اور اِس ڈوری کی مدد سے رُول کو کسی چرخی کے ساتھ لٹکاؤ۔ ڈوری کے آزاد سرے پر اتنا وزن باندھ دو کہ رُول کے ذاتی وزن کا تعادل ہو جائے اور ہم اُسے اپنے حساب میں بے وزن شمار کرسکیں۔ رُول کے دونوں سروں پر ایک ایک کمانیدار ترازو اِس طرح لگادو کہ رُول کے سرے ا اور ب اُن کے ہُکوں میں ٹھیرے رہیں۔ اب کسی وزن و کو ڈوری میں باندھ کر پہلے رُول کے مرکز پر

لٹکاؤ۔ پھر اُس کے کسی اَور مقام پر۔ پہلی صورت میں ترازوؤں سے صاف ظاہر ہوگا کہ وزنِ مذکور کا اثر دونوں پر مساوی پڑ رہا ہے اور یوں معلوم ہوگا کہ گویا رُدل کے دونوں سروں پر برابر برابر تقسیم ہوگیا ہے۔ شلاً وزن



شکل ۹۳

۲۰ پَونڈ ہے تو ہر ترازو پر ۱۰ پَونڈ وزن کا کِھنچاؤ پڑیگا۔ لیکن دُوسری صورت میں ترازوؤں کا غیر مساوی کِھنچاؤ اِس بات کا پتہ دیگا کہ رُدل کے سِروں پر وزن کی تقسیم مساوی نہیں۔ دونوں صورتوں میں رُدل پر متوازی قوتیں عمل کر رہی ہیں جن کی تفصیل حسبِ ذیل ہے:—

ا۔ ترازوؤں کی دو قوتیں جو کمانیوں کے تناؤ کی شکل میں عموداً اُوپر کو عمل کر رہی ہیں۔

۲۔ وزن و جو رُدل کے ساتھ لٹکا دیا گیا ہے۔اس کا عمل عموداً نیچے کی طرف کو ہے۔

اِن قوتوں کے زیرِ عمل رُدل تعادل میں ہے۔ اِس لئے وزن و مقدار میں ترازوؤں کی قوتوں کا مساوی ہونا چاہئے اور سمتِ عمل میں اُس کا متضاد۔ و کو رُدل پر جہاں کہیں بھی رکھ دوگے اُس کا

وزن ہمیشہ دونوں ترازوؤں کے مجموعی تناؤ کا مساوی ہوگا۔ ہاں ترازوؤں کے تناؤ میں باہم ضرور کمی بیشی ہوتی رہیگی۔ اب ترازوؤں کے ہکوں سے وزن کے فاصلے ناپ لو تو صاف معلوم ہوگا کہ ترازوؤں کا تناؤ اِن فاصلوں کے ساتھ تناسبِ معکوس میں ہے۔ مثلاً فرض کرو کہ وزن ۲۰ پونڈ ہے اور جیسا کہ شکل ۹۳ میں دکھایا گیا ہے ایک ترازو میں ۱۵ پونڈ کا تناؤ ہے اور دُوسری میں ۵ پونڈ کا۔ تو جس ترازو میں ۱۵ پونڈ کا تناؤ ہے و سے اُس کے ہک کا فاصلہ دُوسری ترازو کے ہک اور و کے درمیانی فاصلہ کے ساتھ ۵ اور ۱۵ کے تناسب میں ہوگا۔ اِس سے ثابت ہے کہ

دو موافق قوائے متوازی کے حاصل کا نقطۂ عمل اُن کے درمیانی فاصلہ کو اُن کے تناسبِ معکوس میں تقسیم کردیتا ہے۔

یا یوں سمجھو کہ ل اور م دو موافق قوائے متوازی، نقطہ ا اور نقطہ ب پر عمل کرتی ہیں تو اُن کا حاصل، مقدار میں ل اور م کے مجموعہ کا مساوی، اور سمتِ عمل میں اُن کا متوازی ہوگا۔ اور ج اُس کا نقطۂ عمل، ا اور ب کے درمیانی خط کو اِس طرح تقسیم کردیگا کہ

ج ب : ا ج :: ل : م

اِس نقطہ ج کو قوائے متوازی کا مرکز کہتے ہیں۔ دو کی بجائے تین یا اِس سے بھی زیادہ موافق قوائے متوازی ہوں تو اُن کے حاصل کا نقطۂ عمل بھی اِسی طرح معلوم ہوسکتا ہے۔ کوئی سی دو قوتیں لے لو اور اُن کے حاصل کا نقطۂ عمل معلوم

کرو۔ اِس کے بعد اِس حاصل کے ساتھ ایک اور قوت مِلاؤ اور اِن دونوں کے حاصل کا نقطۂ عمل معلوم کرو۔ پھر اِسی طرح عمل کرتے جاؤ۔ سب سے آخر میں جو نقطہ مِلیگا وُہی اِن تمام قوتوں کے حاصل کا نقطۂ عمل ہوگا۔

مثال ـــــ دس فٹ لمبی گول سا لکڑی کے سِروں پر ۲۴ پونڈ اور ۳۶ پونڈ کے وزن لٹک رہے ہیں۔ ایک آدمی چاہتا ہے کہ دونوں کو اُٹھاکر لے جائے۔ بتاؤ اُس پر کتنا بوجھ پڑیگا اور وہ لکڑی کو کس جگہ سے پکڑے کہ لکڑی تعادل میں رہے؟

جواب ـــــ وزن دو موافق قوائے متوازی ہیں۔ اِس لئے حاصل اِن دونوں کے مجموعہ کے برابر ہونا چاہئے۔

۲۴ پونڈ + ۳۶ پونڈ = ۶۰ پونڈ

یہ ظاہر ہے کہ لکڑی کو اُس مقام سے پکڑنا چاہئے جو اِن قوتوں کے حاصل کا نقطۂ عمل ہے۔ تم پڑھ چکے ہو کہ کسی جسم پر دو موافق قوائے متوازی عمل کرتی ہیں تو اُن کے حاصل کا نقطۂ عمل اُن کے درمیانی فاصلہ کو دو حصوں میں تقسیم کردیتا ہے اور یہ حصے قوتوں کے ساتھ معکوس تناسب رکھتے ہیں۔ بنابریں ہماری مثال میں ۱۰ فٹ طول کی لکڑی ۲۴ اور ۳۶ یعنی ۴ اور ۶ کے تناسب سے دو حصوں میں بٹ جائیگی۔ اِس لئے حاصل کا نقطۂ عمل بھاری وزن سے ۴ فٹ اور ہلکے وزن سے ۶ فٹ کے فاصلہ پر ہوگا۔

الجبرے کی مدد سے حاصل کے نقطۂ عمل کا دریافت کرلینا زیادہ سہل ہے۔ فرض کرو کہ

حاصل کے نقطۂ عمل کا فاصلہ بھاری وزن سے = لا

تو 〃 〃 〃 〃 〃 ہلکے 〃 〃 〃 = ۱۰ - لا

اب چونکہ فاصلوں اور وزنوں میں تناسب معکوس ہونا چاہیئے۔ اِس لئے

لا : ۱۰ − لا :: ۲۴ : ۳۶

یعنی $\frac{\text{لا}}{\text{۱۰} - \text{لا}} = \frac{\text{۲۴}}{\text{۳۶}}$

یا ۳۶ لا = ۲۴ (۱۰ − لا)

یا ۳ لا = ۲ (۱۰ − لا)

یا ۳ لا = ۲۰ − ۲ لا

یا ۳ لا + ۲ لا = ۲۰

یا ۵ لا = ۲۰

لہذا لا = ۴

مشین ـــــــ آلوں کی مدد سے اکثر اِس بات کا امکان پیدا ہو جاتا ہے کہ کوئی قوت جو کسی خاص نقطہ پر اور کسی خاص سمت میں عمل کر رہی ہے اُس کے وجود سے کسی دُوسرے نقطہ پر اور کسی دُوسری سمت میں فائدہ اُٹھایا جا سکے۔ اِس قسم کے آلوں کو **مشین** کہتے ہیں۔

بعض مشینوں میں تھوڑی سی قوت لگانے سے کسی دُوسرے نقطہ پر زیادہ قوت حاصل ہو جاتی ہے جو کسی اور سمت میں عمل کرتی ہے۔ اِس صورت میں حاصل شدہ قوت کو لگائی ہوئی قوت سے جو نسبت ہوتی ہے اُس کو حِیَل کی زبان میں مفادِ حِیَلی کہتے ہیں۔

لیکن اِس بات کو یاد رکھنا چاہیئے کہ کام کی مقدار میں مشین کے وجود سے کوئی فرق پیدا نہیں ہو سکتا۔ لگائی ہوئی

قوت جتنا کام کرتی ہے حاصل شدہ قوت کا کام کبھی اُس سے بڑھ نہیں سکتا بلکہ ہمیشہ اُس سے کسی قدر کم رہتا ہے۔ اِس کی وجہ یہ ہے کہ لگائی ہوئی قوت جو کام کرتی ہے اُس کا کچھ حصہ مشین کے اجزا کی رگڑ کا مقابلہ کرنے میں صرف ہو جاتا ہے۔ یہ حال نہ ہوتا تو لگائی ہوئی قوت اور حاصل شدہ قوت کا کام ہمیشہ ایک دُوسرے کا مساوی رہتا۔ اِس سے ظاہر ہے کہ جس مشین کے اجزا میں رگڑ کم ہو وہ ہمارے مطلب کے لئے زیادہ کار آمد ہوگی۔ لیکن جب تک رگڑ باقی ہے حاصل شدہ قوت کا کام لگائی ہوئی قوت کے کام سے ہمیشہ کم رہیگا۔ اِسی خیال کو بالاختصار یوں یاد رکھو کہ مشینوں میں حاصل شدہ کام صرف شدہ کام سے ہمیشہ کم رہتا ہے۔ حاصل شدہ کام کو صرف شدہ کام سے جو نسبت ہوتی ہے اُس کو مشین کی استعداد کہتے ہیں۔ ریاضی کی زبان میں اِس مسئلہ کی شکل حسبِ ذیل ہے:—

$$\text{استعداد} = \frac{\text{حاصل شدہ کام}}{\text{صرف شدہ کام}}$$

مشینوں میں حاصل شدہ کام صرف شدہ کام سے کم رہتا ہے اِس لئے کسر مندرجہ بالا کی قیمت ۱ کے برابر نہیں ہوسکتی۔ کسی مشین سے یہ بات حاصل ہو جائے کہ اِس کسر کی قیمت ایک کے برابر ہو تو اُس کو ہم کامل مشین کہینگے۔ لیکن ایسی کوئی مشین آج تک ایجاد نہیں ہوئی جس کی استعداد اِس پایہ کو پاسکتی ہو۔

سادہ مشینیں جنہیں **قوائے آلیہ** بھی کہتے ہیں صرف تین ہیں ۔یعنی **بیرم، چرخی** اور **سطحِ مائل**۔ باقی جس قدر مشینیں ہیں وہ سب یا تو اِن ہی کی بدلی ہوئی شکلیں ہیں یا اِن کے اجتماع سے پیدا ہوئی ہیں۔

مشین پر جو قوت لگائی جاتی ہے اُس کو **طاقت** کہتے ہیں۔مشین سے جو قوت **حاصل** ہوتی ہے اُس سے کسی اَور قوت کا مقابلہ کرنے میں کام لیتے ہیں۔ اور وہ قوت جس کے مقابلہ میں مشین سے حاصل شدہ قوت صرف ہوتی ہے خواہ جاذبۂ زمین ہو، یا قوتِ اِتصال یا کسی اَور قسم کی قوت، ہرایک کے لئے **قوائے آلیہ** کی اِصطلاح میں **وزن** کا لفظ مقرر ہے۔ وزن کو ہم اختصار کے لئے حرف **و** سے تعبیر کرینگے اور طاقت کو حرف **ط** سے۔

کسی مشین پر تھوڑی سی قوت لگاکر بہت سی قوت حاصل کی جاسکتی ہے۔لیکن کام کی مقدار ہر حالت میں وُہی رہتی ہے۔یعنی مشین کامل ہے تو جتنا کام اُس پر لگاؤگے اُتنا ہی کام اُس سے **حاصل** ہوگا۔آئندہ ہم جو کچھ بیان کرینگے اُس میں مشین کی ذاتی رگڑ کو نظر انداز کردینگے۔اُصول کو سہولت کے ساتھ ذہن نشین کرنے کے لئے گویا یہ فرض کرلیا جائیگا کہ مشین ہر حالت میں **کامل مشین** ہے۔اِس بناءپر ذیل کی صورتیں نگاہ میں رکھو۔

صرف شدہ کام = حاصل شدہ کام

یعنی طاقت × طاقت کا طے کردہ فاصلہ = وزن × وزن کا طے کردہ فاصلہ

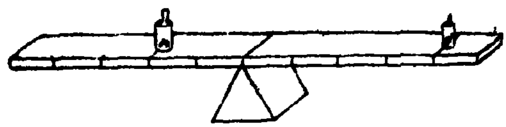
اِس مسئلہ کو حِیَل کی اصطلاح میں **کام کا اصول** کہتے ہیں ۔ یہ اُصول اگر لفظوں میں بیان کیا جائے تو اِس کی شکل یہ ہوگی کہ مشین پر جو کام صرف ہوتا ہے اُس کی مقدار (یعنی طاقت اور اُس فاصلہ کا حاصلِ ضرب جس کو طاقت کا نقطۂ عمل طے کرتا ہے) اُس کام کے برابر ہوگی جو مشین سے حاصل ہوتا ہے ۔ اور یہ تم سمجھ چکے ہو کہ اِس کام کی مقدار وزن اور اُس فاصلہ کے حاصلِ ضرب کی مساوی ہے جس کو وزن کا نقطۂ عمل طے کرتا ہے ۔

بیرم

بیرم ایک اُستوار سلاخ کا نام ہے جو کسی نقطۂ مقرر پر حرکت کر سکتی ہو ۔ اِس نقطۂ مقرر کو **نصاب** کہتے ہیں ۔ نصاب کبھی تو محور ہوتا ہے جو بیرم کے بیچ سے گزرتا ہے ۔ اور کبھی کسی چیز کا مضبوط کنارہ جس پر بیرم ٹھیرا رہتا ہے ۔ بیرم کے دونوں حصوں یعنی نصاب سے لے کر طاقت اور وزن کے نقاطِ عمل تک کے فاصلوں کو بیرم کے **بازو** کہتے ہیں ۔ یہ آلہ بوجھوں کے اُٹھانے اور سرکانے میں کام آتا ہے ۔

تجربہ نمبر ۸۵ ——— ایک مضبوط ہموار سلاخ لے کر اُسے کسی منشور کی دھار پر اِس طرح رکھ دو کہ اُس کے دونوں بازو ایک دُوسرے کے ساتھ تعادل میں رہیں ۔ اگر ضرورت ہو تو سلاخ کا جو حصہ منشور کے اُوپر آتا ہے اُس میں ایک گہری سلامی نالی بنا دو تاکہ سلاخ منشور کی دھار پر بخوبی ٹھیر سکے ۔ یہ بیرم کی ایک صورت ہوگی اور منشور کی دھار اِس کے لئے نصاب کا

کام دیگی۔



شکل ۹۴

اِس سلاخ کے ایک بازو پر کچھ وزن رکھ دو تو یہ بازو نیچے کو جھک جائیگا اور سلاخ کو اُفق کے متوازی رکھنے کے لئے دُوسرے بازو پر قوت لگانی پڑیگی۔ اب آؤ یہ دیکھیں کہ اِس قوت کی کیا مقدار ہونی چاہئے۔ پہلے وزن کے مساوی ایک اَور وزن لےکر سلاخ کے دُوسرے بازو پر رکھو اور اُسے اِدھر اُدھر ہٹاکر دیکھو کہ وہ کونسا مقام ہے جہاں اِس وزن کو رکھ دینے سے سلاخ پھر اُفق کے متوازی ہو جاتی ہے۔ جب یہ مقام معلوم ہو جائیگا تو نصاب سے دونوں وزنوں کا فاصلہ مساوی ہوگا۔ اب ایک طرف کا وزن زیادہ کردو اور دُوسرے وزن کو اِدھر اُدھر سرکا کر پھر تعادل قائم کرو۔ تم دیکھو گے کہ ہر حال میں ذیل کا اُصول صادق آتا ہے۔ اِس اُصول کو قوائے آلیہ کی اصطلاح میں **بیرم کا اُصول** کہتے ہیں۔

وزن × وزن کے خطِ عمل سے نصاب کا عمودی فاصلہ

= قوتِ متعادل × اِس قوت کے خطِ عمل سے نصاب کا عمودی فاصلہ

یا یوں کہو کہ وزن × وزن کا بازو = طاقت × طاقت کا بازو

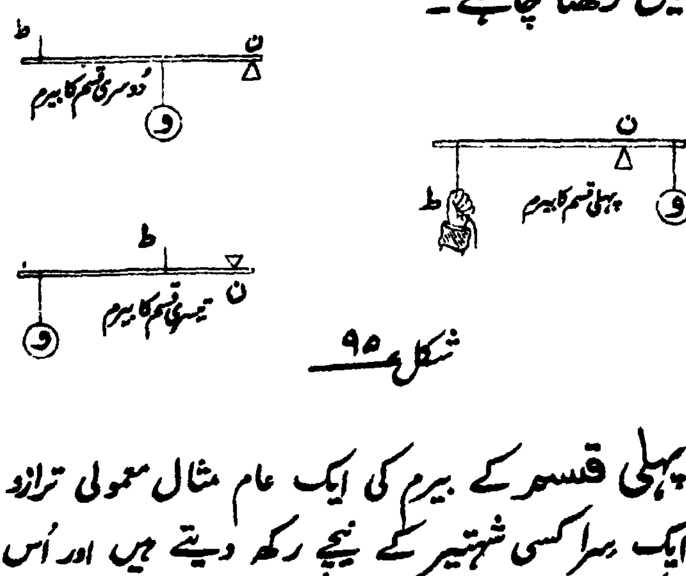
یہ ضروری نہیں کہ نصاب ہمیشہ طاقت اور وزن کے درمیان رہے۔ نصاب، طاقت، اور وزن میں سے جس کو چاہو بیچ میں رکھ سکتے ہو۔ اِس بنا پر بیرم کی تین قسمیں ہوگئی ہیں۔ لیکن اُصول سب کا ایک ہے۔

۱ - نصاب ن، طاقت اور وزن کے بیچ میں - اِسے عرفِ عام میں پہلی قسم کا بیرم کہتے ہیں -

۲ - وزن و، نصاب اور طاقت کے بیچ میں - اِسے عرفِ عام میں دُوسری قسم کا بیرم کہتے ہیں -

۳ - طاقت ط، نصاب اور وزن کے بیچ میں - اِسے عرفِ عام میں تیسری قسم کا بیرم کہتے ہیں -

اِس بات کو یاد رکھنے کے لئے کہ کون سی شکل کا بیرم کس قسم میں داخل ہے نوط کے لفظ (یعنی ن و ط کی ترتیب) کو نگاہ میں رکھنا چاہئے -

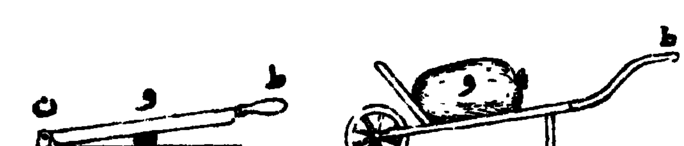


شکل ۹۵

پہلی قسم کے بیرم کی ایک عام مثال معمولی ترازو ہے - سلاخ کا ایک سرا کسی شہتیر کے نیچے رکھ دیتے ہیں اور اُس سے ذرا پیچھے ہٹا کر سلاخ کے نیچے لکڑی یا پتھر رکھتے ہیں - پھر دُوسرے سِرے کو نیچے کی طرف دباتے ہیں تو شہتیر آگے کی طرف سرکنے لگتا ہے یہ بھی پہلی قسم کا بیرم ہے - لوہار کی سنسی بھی اِسی قسم کا ایک دوہرا بیرم ہے - اِس سے کیل یا کسی اور چیز کو پکڑتے ہیں تو اُس وقت

اِس کے دونوں حصوں کا مشترک قبضہ نصاب ہوتا ہے۔ اِس کی مدد سے کوئی کیل وغیرہ اُکھاڑنی ہو تو اُسے کبھی ایک پہلو پر ٹِکا دیتے ہیں اور یہی نصاب کا کام دیتا ہے۔ قینچی بھی اِسی قسم کا ایک دوہرا بیرم ہے۔ اِس کی کیل نصاب کا کام دیتی ہے اور جس چیز کو کاٹنا منظور ہو وہ گویا وزن ہے۔ کُوئیں وغیرہ سے پانی نکالنے کی ڈھینکلی بھی اِسی قسم کا بیرم ہے۔

سلاخ کا سرا کسی بوجھ کے نیچے رکھ کر زمین پر ٹِکا دیتے ہیں اور دُوسرے سرے کو اُوپر کی طرف اُٹھاتے ہیں تو اِس حالت میں زمین پر ٹِکا ہُوا سرا تو نصاب کا کام دیتا ہے اور وزن، نصاب اور طاقت کے بیچ میں رہتا ہے۔ یہ دُوسری قسم کے بیرم کی مثال ہے۔ کاک کھینچنے کا آلہ، اِک پہیہ ٹھیلہ، اور کشتی کھینے کا چپو بھی اِسی قسم کے بیرم ہیں۔ کشتی کے چپو میں طاقت دستہ پر لگائی جاتی ہے۔ کشتی، وزن کی جگہ رہتی ہے اور نصاب، وہ پانی ہے جس کو چپو چھوتا رہتا ہے۔ کواڑ کو حرکت دیتے ہیں تو



شکل ۹۶

یہ بھی دُوسری قسم کا بیرم ہے۔ اِس میں قبضے نصاب کا کام دیتے

ہیں۔ طاقت اُس کے آزاد پہلو پر لگائی جاتی ہے اور کواڑ کا وزن اِن دونوں کے درمیان عمل کرتا ہے۔ چھالیہ کترنے کا سروتہ بھی اِسی قسم کا ایک دوہرا بیرم ہے۔ اِس میں کیل کو دونوں حصوں کا مشترک نصاب سمجھنا چاہیئے۔ طاقت ڈنڈیوں پر لگائی جاتی ہے اور چھالیہ جس کو کترنا منظور ہے وہ گویا وزن ہے۔

تیسری قسم کے بیرم میں طاقت، نصاب اور وزن کے درمیان عمل کرتی ہے۔ معمولی چمٹا اِسی قسم کا ایک دوہرا بیرم ہے۔ کسی بوجھ کو ہاتھ میں لے کر اُوپر اُٹھایا جاتا ہے تو ہمارا ہاتھ



شکل ۹۷

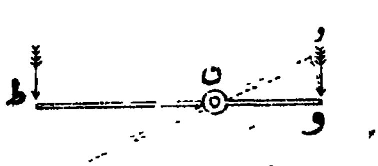
اس وقت تیسری قسم کے بیرم کی ایک دلچسپ مثال بن جاتا ہے۔ اِس میں کُہنی کا جوڑ نصاب کا کام دیتا ہے۔ وزن وُہی بوجھ ہے جس کو ہاتھ میں لے کر اُوپر اُٹھاتے ہیں۔ اور طاقت اُس عضلہ کی قوت سے حاصل ہوتی ہے جس کا ایک سرا کُہنی کے نیچے تک پہنچا ہوا ہے۔

تجربہ ۸۶ — دُوسری اور تیسری قسم کے بیرم تیار کرو

اور ثابت کرو کہ وہ کُلیہ جس کو بیرم کا اُصول کہتے ہیں ہر قسم پر صادق آتا ہے۔ یعنی بیرم خواہ کسی قسم کا ہو طاقت اور طاقت کے بازو کا حاصلِ ضرب ہمیشہ وزن اور وزن کے بازو کے حاصلِ ضرب کا مساوی رہتا ہے۔

تم نے اکثر دیکھا ہوگا کہ بیرم کی مدد سے تھوڑی سی طاقت لگاکر بڑے بڑے بھاری وزنوں کو اُٹھا لیتے ہیں۔ اِس سے تمہارے دل میں خیال آسکتا ہے کہ ہم نے کام کرنے کی طاقت پیدا کرلی ہے۔ اور اِس خیال سے عموماً غلط نتیجوں پر نگاہ پڑنے لگتی ہے۔ اِس لئے اُس کُلیہ کو ہمیشہ یاد رکھو جس کا نام **کام کا اُصول** ہے۔ یعنی **حاصل شدہ کام** ہر حال میں **صرف شدہ کام** کا مساوی رہتا ہے۔ اِس کو ہم ذیل کے تجربہ سے ثابت کرتے ہیں۔

تجربہ ۸۷ ——— جیسا کہ شکل ۹۸ میں دکھایا گیا ہے بیرم کو کیل پر اِس طرح لگا دو کہ کیل اُس کے لئے محور کا کام دے اور بیرم کا ایک بازو دُوسرے بازو سے طول میں دوچند رہے۔ اب ط پر ایک پَونڈ کا وزن رکھ دو اور دُوسری طرف و پر دو پَونڈ کا وزن رکھ کر تعادل پیدا کرو۔ پھر ایک بازو کو نیچے کی طرف ذرا سا ہلا دو کہ اُفق کے ساتھ اُس کی موازات ٹوٹ جائے۔ اب ناپ کر دیکھو کہ بیرم کے دونوں سرے جو چھوٹی چھوٹی قوسیں طے کرتے ہیں اُن کی لمبائی کیا ہے۔ تم کو معلوم ہوگا کہ قوس ط ط' قوس و و سے دوچند ہے۔



شکل ۹۸

اِسی طرح ایک بازو کو دُوسرے بازو سے تین گُنا رکھ کر تجربہ کرو تو تم دیکھو گے کہ ہر حالت میں یہ قوسیں باہم وُہی نسبت رکھتی ہیں جو بازوؤں کے طولوں میں پائی جاتی ہے۔ یعنی

ط ط : ف و :: ن ط : ن ف

:: ف : ط اُصولِ بیرم کے رُو سے

لہذا ط × ط ط = ف × ف و

یعنی طاقت × طاقت کا طے کردہ فاصلہ = وزن × وزن کا طے کردہ فاصلہ

اور کام کی تعریف یہ ہے کہ اِس کا اندازہ قوت اور قوت کے طے کردہ فاصلہ کے حاصلِ ضرب سے کیا جاتا ہے۔ بنا بریں جیسا کہ تمام مشینوں کا اُصول ہے بیرم میں بھی

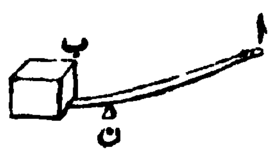
صرف شدہ کام = حاصل شدہ کام

اب تمہیں معلوم ہوگیا ہوگا کہ بیرم میں تھوڑی سی قوت لگا کر بہت سی قوت کا مقابلہ کر لینا کیوں ممکن ہے۔ چھوٹی قوت جس قدر چھوٹی ہو اُسی قدر اُس کو زیادہ فاصلہ طے کرنا پڑتا ہے اور بڑی قوت اُس کے مقابلہ میں کم فاصلہ طے کرتی ہے۔ اِس طرح "جو کچھ طاقت میں حاصل ہوتا ہے وہ رفتار میں کھویا جاتا ہے"۔ کیونکہ چھوٹی قوت کو جتنے وقت میں زیادہ فاصلہ طے کرنا پڑتا ہے اُتنے ہی وقت میں وزن کم فاصلہ طے کرتا ہے۔

مثال ——— ایک پتھر کو جس کا وزن ۲۰۰ پونڈ ہے، ساڑھے تین فٹ لمبے بیرم کی مدد سے ۳ انچ اُٹھانا منظور ہے۔ بیرم کا جو سرا

پتھر کے نیچے ہے اُس سے نصاب کا فاصلہ ۷ اِنچ ہے۔ بتاؤ اِس مطلب کے لئے کتنی قوت درکار ہوگی اور پتھر کو ۳ اِنچ اُوپر اُٹھانے کے لئے قوت کو کتنا فاصلہ طے کرنا پڑیگا۔

شکل ۹۹ مثال میں دئے ہوئے مقدمات کا جواب ہے۔ اِس پر غور کرو۔ بیرم کے اُصول کی بنا پر



شکل ۹۹

طاقت × ا ن = وزن × ب ن

ط × (۴۲ - ۷) = ۲۸۰ پونڈ × ۷

ط × ۳۵ = ۲۸۰ پونڈ × ۷

ط = $\frac{۷ \times ۲۸۰}{۳۵}$ = ۵۶ پونڈ

یہ معلوم ہے کہ بیرم میں جتنا کام صرف ہوتا ہے اتنا ہی کام اُس سے حاصل ہوتا ہے۔ اور کام ہمیشہ قوت اور اُس فاصلہ کے حاصلِ ضرب کا مساوی ہوتا ہے جس کو قوت طے کرتی ہے۔ بناء بریں

طاقت × طاقت کا طے کردہ فاصلہ = وزن × وزن کا طے کردہ فاصلہ

لہٰذا　۵۶ × ف = ۲۸۰ × ۳

ف = $\frac{۳ \times ۲۸۰}{۵۶}$

= ۱۵ اِنچ

بیرم کے اُصول پر غور کرو - اِس میں چار مقداروں سے کام پڑتا ہے - اور اِن چاروں کے وجود سے ایک مساوات حاصل ہوتی ہے - اِس لئے اگر تین مقداریں معلوم ہوں تو اُصولِ مذکور کی مدد سے چوتھی مقدار کا دریافت کرلینا کچھ دُشوار نہیں - مثلاً اگر چاہو تو بیرم کسی چیز کا وزن دریافت کرنے میں ترازو کا کام دے سکتا ہے - جس چیز کا وزن دریافت کرنا منظور ہو اُس کو بیرم کے ایک بازو پر رکھ دو اور فرض کرو کہ نصاب سے اُس کا فاصلہ ۲۰ اِنچ ہے - اب دُوسرے بازو پر ایک معلوم وزن کا باٹ رکھ کر دونوں میں تعادل پیدا کرو اور دیکھو تعادل کے وقت نصاب سے باٹ کا فاصلہ کس قدر ہے - فرض کرو کہ یہ فاصلہ ۱۵ اِنچ ہے اور باٹ کا وزن ۱۰ پونڈ - اب اگر وزنِ مطلوب لا پونڈ ہو تو

۲۰ × لا = ۱۰ × ۱۵

لہٰذا لا = $\frac{۱۵ \times ۱۰}{۲۰}$

= ۷ ، ۵ پونڈ

معمولی ترازو جو ایک عام اِستعمال کی چیز ہے حقیقت میں اِسی اُصول پر بنائی گئی ہے - اِس میں چونکہ دونوں بازو برابر ہوتے ہیں - اِس لئے ایک پلڑے میں جتنا وزن ڈالا جائے تعادل کے لئے دُوسرے پلڑے میں بھی اُتنا ہی وزن ڈالنا پڑتا ہے - اب تم خود غور کرو کہ پلڑوں کا ذاتی وزن ایک دُوسرے کے برابر نہ ہو یا ترازو کے بازو طول میں کم وبیش ہوں تو اِس کا

کیا نتیجہ ہوگا۔ترازو کے پلڑوں میں رکھے ہوئے وزن باہم تعادل میں ہوں تو وہ ایک دُوسرے کے مساوی صرف اُس صورت میں ہو سکتے ہیں کہ ترازو کے دونوں بازو مساوی ہوں۔

بیرم کے متعلق جو کچھ تم نے پڑھا ہے اُس سے معلوم ہوگیا ہوگا کہ قوت جس قدر زیادہ ہو بیرم اُسی قدر زیادہ آسانی کے ساتھ گھومتا ہے۔ علاوہ بریں نصاب سے قوت کے نقطۂ عمل کا فاصلہ جتنا زیادہ ہو اُسی قدر بیرم کے گھومنے میں زیادہ آسانی ہوتی ہے۔اِس سے ظاہر ہے کہ بیرم کا گھومنا دو چیزوں پر موقوف ہے۔ایک قوت کی مقدار۔دُوسرا نصاب اور قوت کے نقطۂ عمل کا درمیانی فاصلہ۔ بیرم کے گھومنے کے میلان کا اندازہ کرنا ہو تو اِس میں اِن دونوں چیزوں کو شمار کرنا پڑیگا۔ قوت سے جو گھومنے کا میلان پیدا ہو جاتا ہے اُس کو جیّل کی اِصطلاح میں قوت کے اثر کا معیار کہتے ہیں۔ اور کسی نقطۂ معیّن کے گرد اِس کا اندازہ نقطۂ مذکور اور قوت کے خطِ عمل کے عمودی فاصلہ کو اِس قوت کے ساتھ ضرب کرنے سے حاصل ہوتا ہے۔ بناءبریں بیرم کے اُصول یعنی

طاقت × طاقت کا بازو = وزن × وزن کا بازو

کو اب ہم یوں بیان کر سکتے ہیں کہ

طاقت کے اثر کا معیار نصاب کے گرد

= وزن کے اثر کا معیار نصاب کے گرد

مختلف اثر کے معیاروں کا مقابلہ کرنا ہو تو اِس بات کو یاد رکھو کہ قوت اور فاصلہ کی اِکائیاں جو ایک جگہ استعمال ہوں دُوسری جگھوں میں بھی اُن ہی کو اِستعمال کرنا چاہیے۔

مثال ——— دُوسری قسم کے بیرم میں نصاب سے ۴ اِنچ کے فاصلہ پر ایک وزن رکھا گیا ہے۔ اور اُس کو اُٹھانے کے لئے نصاب سے ۳ فُٹ کے فاصلہ پر ۱۸ پونڈ کی قوت لگائی گئی ہے۔ اِن مقدمات کی بنا پر ایک شکل تیار کرو اور بتاؤ کہ وزن کی مقدار کیا ہے نصاب کے گرد قوت اور وزن کے اثر کے معیار معلوم کرو۔

اور فرض کرو کہ وزن و ہے۔ تو

و × ۴ اِنچ = ۱۸ × ۳۶ اِنچ

لہذا و = $\frac{۳۶ \times ۱۸}{۴}$

= ۱۶۲ پونڈ

اِس سے پہلے جو کچھ ہم نے بیان کیا ہے اُس میں صرف ایک طاقت اور ایک وزن کا ذکر ہے۔ لیکن یہ کچھ ضروری نہیں۔ تم چاہو تو نصاب سے مختلف فاصلوں پر کئی وزن رکھ سکتے ہو۔ اِسی طرح دُوسرے بازو پر جتنی قوتیں چاہو اور جہاں چاہو لگا لو۔ اِس سے اُصول میں کچھ فرق نہیں آسکتا۔ اِس بات کا البتہ خیال رکھنا پڑیگا کہ نصاب سے مختلف فاصلوں پر جتنی قوتیں عمل کر رہی ہیں بیرم کے اُتنے ہی بازو شمار ہونگے۔ تجربہ سے ثابت ہے کہ اگر "دونوں بازوؤں کی قوتیں تعادل میں ہوں تو اُن تمام قوتوں کے اثر کے معیاروں کا

مجموعہ جو بیرم کو ایک سمت میں گھمانا چاہتی ہیں، مقدار میں اُن تمام قوتوں کے اثر کے معیاروں کے مجموعہ کا مساوی ہوگا جو بیرم کو دُوسری سمت میں گھمانے کی متقاضی ہیں"۔ اِس مسئلہ کو اثر کے معیاروں **کا کُلیہ** کہتے ہیں۔

بیرم پر دو قوتیں ایسی لگاؤ کہ ایک دُوسری کے ساتھ تعادل پیدا کریں۔ اب غور سے دیکھو تو معلوم ہوگا کہ ایک بازو کی قوت بیرم کو دائیں سے بائیں کی طرف گھمانا چاہتی ہے تو دُوسری بائیں سے دائیں کی طرف گھمانے کا تقاضا کرتی ہے۔ اِس سے ظاہر ہے کہ دونوں تقاضوں میں سمتِ عمل کا تضاد ہے۔ اِس تضاد کو نفی اور اثبات کی علامتوں سے تعبیر کرتے ہیں۔ اور یہ رواجِ عام کے طور پر مان لیا گیا ہے کہ وہ قوت جو کسی جسم کو اُس سمت میں گھمانا چاہتی ہے جس میں گھڑی کی سُوئیاں حرکت کرتی ہیں اُس کے اثر کے معیار کو (- اثر کا معیار) کہینگے۔ اور جس کا عمل اِس کے برعکس ہوتا ہے اُس کے اثر کا معیار (+ اثر کا معیار) کہلائیگا۔ اِس بنا پر اثر کے معیاروں کا کُلیہ ذیل کی شکل اختیار کرلیگا:-

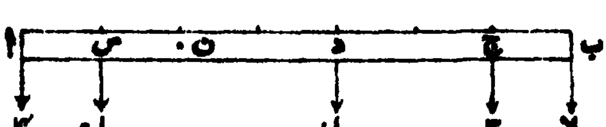
بیرم دو یا دو سے زیادہ قوتوں کے زیرِ عمل تعادل میں ہوتا ہے تو نصاب کے گرد اِن قوتوں کے اثر کے معیاروں کا الجبری مجموعہ صفر کے برابر ہو جاتا ہے۔

اِس بات کو یاد رکھو کہ بیرم کے بیان میں اُس کے

ذاتی وزن کو ہم نے نظر انداز کردیا ہے - لیکن اگر نصاب، بیرم کے مرکزِ جاذبہ پر نہ ہو تو اُس کے ذاتی وزن کا بھی لحاظ رکھنا ضروری ہوگا -

مثال ——— ا ب ایک ۷ فٹ لمبی سلاخ ہے جس میں ا سے ۲ فٹ کے فاصلہ پر ایک سُوراخ ہے - اِس سُوراخ کے اندر ایک کیل ہے جو نصاب کا کام دیتی ہے اور سلاخ اِس کے گرد آزادانہ گھوم سکتی ہے - ا پر ۱۴ پونڈ کا بوجھ لٹکایا گیا ہے - ا سے ایک فُٹ کے فاصلہ پر ایک اَور ۹½ پونڈ کا وزن ہے - نصاب سے دُوسری طرف ب سے ایک فُٹ کے فاصلہ پر تین پونڈ کا وزن ہے اور ب سے ۳ فٹ کے فاصلہ پر ۱½ پونڈ کا وزن - اگر سلاخ کا ذاتی وزن نظر انداز کردیا جائے تو بتاؤ سلاخ کو اُفق کے متوازی، تعادل میں رکھنے کے لئے ب پر کتنا وزن درکار ہوگا -

مثال میں سلاخ اور وزنوں کی جو ترتیب بیان ہوئی ہے اُس کو دکھانے کے لئے ایک شکل بناؤ - تم جانتے ہو کہ تعادل کی حالت میں سلاخ کو ایک سمت میں گھمانے والی قوتوں کے اثر کے معیاروں کا مجموعہ سمتِ متضاد میں گھمانے والی قوتوں کے اثر کے معیاروں کے مجموعہ کا مساوی ہوتا ہے - اِس سے تمہیں ایک مساوات مل جائیگی اور وہ ایک مجہول کی قیمت دریافت کرنے کے لئے کافی ہے -



شکل نمبر ۱۰۰

شکل پر غور کرو - ۳ پونڈ اور ۱½ پونڈ کی قوتیں سلاخ کو ساعت وار گھمانا چاہتی ہیں - اور یہی حال قوتِ مجہول کا ہے جو نقطہ ب پر عمل کرتی ہے - فرض کرو اِس قوتِ مجہول کی قیمت لا پونڈ ہے - اب اگر نصاب ن کے گرد اِن قوتوں کے اثر کے معیار معلوم کرو تو اُن کا مجموعہ حسبِ ذیل ہوگا :-

لا × ب ن + ۳ × ج ن + ۱½ × د ن

= لا × ۵ + ۳ × ۴ + ۱½ × ۲

اِسی طرح، جو قوتیں سلاخ کو سمتِ متضاد میں گھمانا چاہتی ہیں ان کے اثر کے معیاروں کا مجموعہ حسبِ ذیل ہے :-

۱۴ × ان + ۹½ × س ن = ۱۴ × ۲ + ۹½ × ۱

اب سلاخ چونکہ تعادل میں ہے اِس لئے نقطۂ نصاب کے دونوں طرف اثر کے معیاروں کا مجموعہ مساوی ہونا چاہیئے -

لہٰذا ۵ لا + ۱۲ + ۳ = ۲۸ + ۹½

۵ لا = ۲۸ + ۹½ - ۱۲ - ۳

۵ لا = ۲۲½

لا = ۲۲½ / ۵

= ۴½ پونڈ

اگر سلاخ کے ذاتی وزن کا بھی لحاظ رکھا جائے تو نتیجہ میں فرق آجائیگا - فرض کرو کہ سلاخ ترتیبِ مادہ کے اعتبار سے کُلیتہً حالِ واحد پر ہے - اِس صورت میں سلاخ کا مرکزِ جاذبہ وُہی ہوگا جو اس کی شکلِ ہندسی کا مرکز ہے - فرض کرو کہ اِس کا وزن ۲ پونڈ ہے - سلاخ کا طول چونکہ ۷ فٹ ہے

اِس لئے ا سے اِس کے مرکزِ جاذبہ کا فاصلہ ۳½ فٹ اور نصاب ن سے ۱½ فٹ ہوگا۔ بناءبریں سلاخ پر ۲ پونڈ کی ایک اور قوت ہوگی جو اِس کو ساعت وار گھمانے کا تقاضا کریگی۔ لہٰذا اِس قوت کے اثر کا معیار محسوب کرلینے کے بعد مساواتِ بالا کی شکل حسبِ ذیل ہو جائیگی:-

۵ لا + ۱۲ + ۳ + ۲ × ۱½ = ۲۸ + ۹½

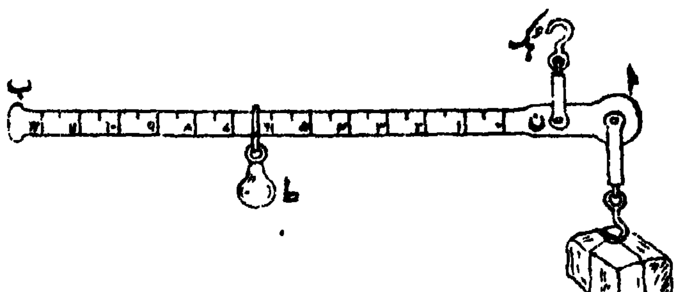
۵ لا = ۲۸ + ۹½ - ۱۲ - ۳ - ۳

۵ لا = ۱۹½

لا = ۱۹½ / ۵

= ۳ ۹/۱۰ پونڈ

تک ـــــ معمولی ترازو حقیقت میں مساوی بازوؤں کا بیرم ہے۔ اِس میں کسی چیز کو تولنا منظور ہو تو باٹوں کے مجموعہ کی ضرورت پڑتی ہے۔ ایک اَور قسم کی ترازو فولاد کی بنائی جاتی ہے۔ اِس میں بیرم کے دونوں بازو مساوی نہیں ہوتے اور مختلف وزنوں کی چیزیں ایک ہی باٹ سے تولی جاسکتی ہیں۔ اِس کو تک کہتے ہیں۔ تشریح کے لئے ذیل میں اِس ترازو کی شکل بنادی گئی ہے۔



شکل ۱۰۱ ۔ تک

اِس میں ا ب ایک سیدھی سلاخ ہے جو ثابت نصاب ن کے گرد حرکت کرسکتی ہے۔ نصاب کے ساتھ ایک ہُک لگا ہے جو آلہ کو لٹکانے میں کام دیتا ہے۔ چھوٹے بازو کے ساتھ بھی نقطہ ا کے نیچے ایک ہُک ہے۔ جس چیز کا وزن کرنا ہو اُسے اِس ہُک کے ساتھ لٹکا دیتے ہیں۔ لمبے بازو پر درجوں کے نشان ہیں۔ اِن نشانوں پر ہندسے لکھ دیتے ہیں۔ جس چیز کو تولنا منظور ہو اُسے ہُک ا کے ساتھ لٹکا دو اور باٹ ط کو اِدھر اُدھر سرکا کر دیکھو کہ وہ کونسا مقام ہے جہاں باٹ کو رکھ دینے سے سلاخ اُفق کے متوازی آجاتی ہے۔ جب یہ صورت میسر آجائے تو جس درجہ پر باٹ ہے اُس کی قیمت پڑھ لو۔ اِس سے وزنِ مطلوب معلوم ہو جائیگا۔ اِس آلہ میں چھوٹے بازو کی موٹائی زیادہ رکھتے ہیں تاکہ آلہ کا ذاتی مرکزِ جاذبہ نصاب پر آجائے۔ اِس طرح آلہ کے اپنے وزن سے حساب میں کوئی دقّت پیدا نہیں ہوتی۔

درجہ بندی ——— تک کی درجہ بندی کا قاعدہ یہ ہے کہ اُسے کسی چیز کے ساتھ لٹکا دو اور اُس کے ہُک کو خالی رہنے دو۔ پھر باٹ ط کو لمبے بازو پر آہستہ آہستہ سرکاتے جاؤ اور معلوم کرو کہ وہ کونسا نقطہ ہے جس پر باٹ ط کو رکھنے سے ترازو کی ڈنڈی تعادل کی حالت میں اُفق کے متوازی آجاتی ہے۔ یہ نقطہ پیمانہ کا نقطۂ صفر ہوگا۔ یہاں صفر کا نشان بنا دو۔ اب ترازو کے ہُک کے ساتھ ایک پونڈ کا وزن لٹکاؤ

اور ط کو سرکاتے جاؤ حتیٰ کہ ڈنڈی پھر تعادل میں آکر اُفق کے متوازی ہو جائے۔یہاں ایک پَونڈ کا نشان بنادو۔ اِس کے بعد ٹُک کے ساتھ ایک پَونڈ کی بجائے دو پَونڈ کا وزن لٹکاؤ اور دیکھو تعادل پیدا کرنے کے لئے اب ط کو کہاں رکھنا پڑتا ہَے۔ اِس مقام پر دو پَونڈ کا نشان بنادو۔ پھر اِسی طرح سلاخ کے سِرے تک درجہ بندی کرتے جاؤ۔ تم دیکھو گے کہ ۱، ۲، ۳، ۴ وغیرہ کے ہندسے ایک دُوسرے کے بعد مساوی فاصلوں پر آتے ہیں۔ اِس سے ظاہر ہَے کہ اِتنی دقت میں پڑنے کی بجائے ہم صفر اور ۱ کا نشان معلوم کرنے کے بعد سلاخ کو اِن دو نشانوں کے درمیانی فاصلہ کے برابر برابر فاصلوں میں تقسیم کرسکتے تھے۔ بہرکیف اب تمہیں معلوم ہوگیا ہَے کہ ط کو کس درجہ پر رکھنے سے ترازو میں کتنا وزن تُل جاتا ہَے۔ اب اِن درجوں کے درمیانی فاصلوں کو برابر برابر حصوں میں تقسیم کرلو تو اِس سے پَونڈ کی کسریں معلوم کرلینے کے لئے رستہ پیدا ہو جائیگا۔

مثال ——— ایک آہنی تک کا مرکزِ جاذبہ اُس کے نصاب پر ہَے۔متحرک باٹ کا وزن ۱۸ پونڈ ہَے۔جس چیز کا وزن دریافت کرنا مطلوب ہَے اُس کو نصاب سے ۵ اِنچ کے فاصلہ پر لٹکایا گیا ہَے۔ تعادل کی حالت میں متحرک باٹ کا فاصلہ نصاب سے ۲½ فٹ ہَے۔بتاؤ وزنِ مطلوب کیا ہے ؟ جس چیز کو تولنا منظور ہے اُس کا وزن ۱۰ پونڈ ہو تو بتاؤ تعادل کے لئے متحرک باٹ کو کہاں

رکھنا چاہئیے؟

دسویں فصل کی مشقیں

۱۔ سادہ بیرم کا اُصولِ عمل بیان کرو۔

لکڑی کی ایک مضبوط ۶ فٹ لمبی سلاخ میز پر اِس طرح پڑی ہے کہ اُس کا ایک سرا میز کے کنارے سے ۴ فٹ آگے نکلا ہُوا ہے۔ سلاخ بذاتہٖ اِتنی ہلکی ہے کہ اُس کے وزن کو ہم نظرانداز کرسکتے ہیں۔ سلاخ کا جو سرا میز پر ہے اُس کے اُوپر ۸ پونڈ کا وزن رکھا ہے۔ اِس کے دُوسرے سِرے پر کتنا وزن رکھنا چاہئیے کہ سلاخ عین لُڑھک جانے کی حد پر پہنچ جائے؟

۲۔ بیرم کسے کہتے ہیں؟ بیرم کا نصاب کیا چیز ہے؟ چار پانچ ایسے بیرموں کے نام لو جو عام استعمال میں آتے ہیں۔ یہ بھی بتاؤ کہ ہر ایک کا نصاب کس مقام پر ہے؟

۳۔ دو قوتوں کے حاصل سے کیا مُراد ہے؟ تجربہ سے ثابت کرو کہ دو متوازی قوتوں کا حاصل اِن قوتوں کے الجبری مجموعہ کا مساوی ہے۔

۴۔ ایک ہموار سلاخ کا نقطۂ وسط سہارے پر رکھا ہے۔ اِس نقطہ سے ۲۵ سم کے فاصلہ پر سلاخ کے اُوپر ۲ گرام کا وزن ہے۔ بتاؤ سلاخ کے اُوپر ۱۵ گرام کا وزن کس مقام پر رکھنا چاہئیے کہ سلاخ اُفق کے متوازی تُل جائے؟

۵۔ ۲ فُٹ لمبے بیرم کے ایک سِرے پر ۱۰ پونڈ کی قوت

عمل کر رہی ہے۔ یہ سِرا نصاب سے ۱۸ اِنچ کے فاصلہ پر ہے۔ بتاؤ دُوسرے سِرے پر کتنا وزن رکھنا چاہئے کہ بیرم تعادل میں رہے؟

۹۔ "کسی نقطہ کے گرد قوت کے اثر کے معیار" سے کیا مُراد ہے؟ اثر کے معیاروں کے اُصول سے متوازی قوتوں کا حاصل معلوم کرنے میں تم کس طرح کام لے سکتے ہو؟

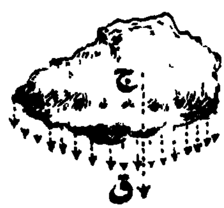
ا اور ب دو آدمیوں نے ۶ فٹ لمبے چوبی شہتیر کے سِرے اُٹھا رکھے ہیں۔ شہتیر کا وزن ۱۱۲ پَونڈ ہے۔ ا سے ۲ فٹ کے فاصلہ پر شہتیر کے ساتھ ۲۵۲ پَونڈ کا وزن لٹک رہا ہے۔ بتاؤ ا اور ب پر بالجملہ کتنا کتنا بوجھ ہے؟

گیارہویں فصل

مرکزِ جاذبہ

وزن کی تعریف میں ہم اِس بات کی تشریح کر چکے ہیں کہ وزن حقیقت میں اُس قوت کا اندازہ ہے جس سے زمین کسی مادی جسم کو اپنے مرکز کی طرف کھینچنا چاہتی ہے۔ مادی جسموں کی ترکیب کو اگر یوں تصور کیا جائے کہ وہ چھوٹے چھوٹے ذرّات کے اجتماع کا نتیجہ ہیں تو اِس بات کو مان لینا کچھ خلافِ قیاس نہیں کہ زمین کی جاذبہ ہر ذرّہ کو مرکزِ زمین کی طرف کھینچتی ہے اور اُس کی سمتِ عمل، عمودی خطوطِ مستقیم میں رہتی ہے۔ یہ تمام قوتیں چونکہ مرکزِ زمین کی طرف عمل کرتی ہیں اِس سے ظاہر ہے کہ اِن کے خطوطِ عمل کو مرکزِ زمین پر پہنچ کر ایک نقطۂ واحد پر مِل جانا چاہیئے۔ لیکن زمین کی سطح سے لے کر اُس کے مرکز تک تقریباً چار ہزار میل کا فاصلہ ہے اور جن جسموں سے ہمیں کام پڑتا ہے وہ اِتنے چھوٹے چھوٹے ہیں کہ اُن کے ذرّات کے درمیانی فاصلوں کو اِس فاصلہ سے کوئی نسبت نہیں۔ اِس لئے ہم مان سکتے ہیں کہ یہ قوتیں جو مادی اجسام

کے ذرّات پر عمل کرتی ہیں، واقعی قوائے متوازی ہیں اور اِن سب کی سمتِ عمل چونکہ ایک ہے اِس لئے موافق قوائے متوازی ہیں۔ بنابریں اِن موافق قوائے متوازی کا حاصل یا اثرِ اجتماعی اِن کے مجموعہ کے برابر ہونا چاہیئے۔ جسم کو جس حالت میں چاہو رکھ دو اِن قوتوں کے حاصل کی سمتِ عمل وُہی ہوگی جو اِن قوتوں کی اپنی سمتِ عمل ہے۔ اور جیسا کہ تم موافق



شکل ۲۵۱۔ قوائے متوازی بوجہ جاذبہ۔

قوائے متوازی کے بیان میں پڑھ چکے ہو یہ حاصل، جسم کے ایک خاص نقطہ پر عمل کریگا۔ اِس نقطہ کو جسم کا مرکزِ جاذبہ کہتے ہیں۔ اِس تقریر کے رُو سے مرکزِ جاذبہ کی تعریف حسبِ ذیل ہوگی:—

کسی جسم کے ذرّوں پر جاذبۂ زمین کی شکل میں جو متوازی قوتیں عمل کرتی ہیں اُن سب کے حاصل کا نقطۂ عمل جسمِ مذکور کا مرکزِ جاذبہ ہے۔

تم اِس بات کو بخوبی سمجھ چکے ہو کہ وزن بھی اِن ہی متوازی قوتوں کے حاصل کا دُوسرا نام ہے۔ پس مرکزِ جاذبہ کی تعریف میں یہ لفظ داخل کردیا جائے تو اُس کی شکل حسبِ ذیل ہو جائیگی:—

کسی جسم کا مرکزِ جاذبہ اُس کا وہ نقطہ ہے

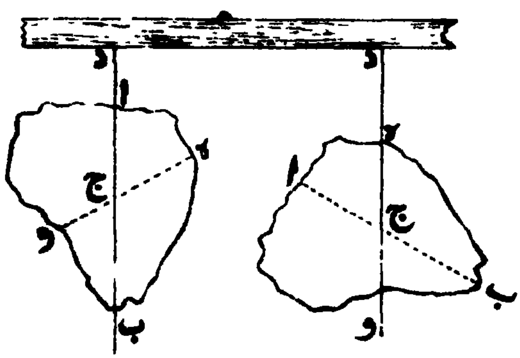
جس پر ہم فرض کر سکتے ہیں کہ اُس کا وزن ہر حال میں عمل کرتا ہے۔اِس تعریف کی بنا پر مرکزِ جاذبہ کو مرکزِ ثقل بھی کہہ سکتے ہیں۔

یہ ظاہر ہے کہ کسی جسم پر ایک ایسی قوت لگائی جائے جو مقدار میں اُس کے وزن کے برابر اور سمتِ عمل میں وزن کی متضاد ہو تو یہ قوت، وزن کے ساتھ پُورا پُورا تعادل پیدا کردیگی اور جسمِ مذکور کو بخوبی سہار لیگی۔ بنابریں کسی جسم کو سہارنے کے لئے صرف اِس بات کی ضرورت ہے کہ اُس کے مرکزِ جاذبہ میں سے جو عمودی خط گزرتا ہے اُس کے کسی نقطہ پر قوت لگا دی جائے۔ یہ قوت مرکزِ جاذبہ کے نیچے کسی نقطہ پر لگائی جائے یا اُس کے اُوپر۔ دونوں صورتوں میں تعادل پیدا ہوسکتا ہے۔ لیکن جیساکہ ہم ابھی بیان کرینگے اِن دونوں صورتوں میں تعادل کی کیفیت میں اختلاف ہوگا۔ تم نے اکثر دیکھا ہوگا کہ کیل، پنسل، یا چھڑی کو اُنگلی پر سیدھا کھڑا کرنا مشکل ہے۔ اِس کی وجہ یہ ہے کہ اِن صورتوں میں سہارے کے مقام اور مرکزِ جاذبہ کو عمودی خط میں رکھنا آسان نہیں۔

اِس تقریر سے تم سمجھ سکتے ہو کہ کوئی جسم آزادانہ لٹک رہا ہو تو سکون کی حالت میں سہارے کا نقطہ اور جسمِ مذکور کا مرکزِ جاذبہ ایک خطِ عمودی میں ہونگے۔ اِس سے ہمیں کسی جسم کا مرکزِ جاذبہ معلوم کرنے کے لئے ایک آسان عملی قاعدہ مِل جاتا ہے۔

تجربہ ۸۵ ——— دھات یا لکڑی کا ایک چوڑا چپٹا تختہ لو اور اُس کے کسی نقطہ ا پر ۱ ھ ڈوری باندھ کر کسی چیز کے ساتھ

لٹکا دو اور اُس کو سکون کی حالت میں آنے دو۔ اِس حالت میں تختہ کا مرکزِ جاذبہ عین سہارے کے مقام کے نیچے، عمودی خط ا ب میں ہوگا



شکل ۱۰۳

کیونکہ اِس وقت تختہ پر دو مساوی اور متضاد قوتیں عمل کر رہی ہیں۔ یعنی زمین کی جاذبہ اور ڈوری کا تناؤ۔ اور یہ دونوں قوتیں تعادل میں ہیں۔ اِس لئے لازم ہے کہ اِن کا خطِ عمل ایک ہو اور سمتِ عمل میں تضاد پایا جائے۔

تختہ کی سطح پر ا ب خطِ عمودی کی تعیین اِس طرح ہوسکتی ہے کہ ڈوری کے خط د ا کو علی الاستوا بڑھا لیا جائے۔ اِس خط کا نشان کرلو اور اِس کے بعد تختہ کو کسی اَور نقطہ ہ سے لٹکا دو۔ جب تختہ ٹھیک سکون کی حالت میں آجائے تو پھر اُسی طرح سہارے کے نقطہ سے نیچے کی طرف د و خطِ عمودی کھینچ لو۔ یہ ظاہر ہے کہ تختہ کا مرکزِ جاذبہ اِس خط میں بھی واقع ہے۔ مرکزِ جاذبہ چونکہ دونوں خطوں ا ب اور د و میں واقع ہے اِس لئے اِس کا مقام وہ

نقطہ ہونا چاہیئے جو دونوں خطوں کا نقطۂ مشترک ہے۔ اور یہ ظاہر ہے کہ یہ نقطہ دونوں کا نقطۂ تقاطع ہوگا۔ اِسی کو مرکزِ جاذبہ سمجھنا چاہیئے۔ تختہ کو کسی تیسرے نقطہ سے لٹکایا جائے تو تم دیکھوگے کہ اِدھر کا عمودی خط بھی اُسی نقطہ میں سے گزرتا ہے۔ اور حقیقت یہ ہے کہ جس نقطہ سے چاہو تختہ کو لٹکادو۔ ہر حالت میں نتیجہ یہی ہوگا۔

پتلی اور چوڑی چپٹی چیزوں کا مرکزِ جاذبہ دریافت کرنے کے لئے ایک اَور عملی قاعدہ بھی ہے۔ کسی پتلی دھار یا کسی پتلے سے تار کو اُفق کے متوازی رکھ کر اُس کے اُوپر وہ چیز رکھ دو جس کا مرکزِ جاذبہ مطلوب ہے۔ اور اُس کو اِدھر اُدھر ہٹاکر دیکھو کہ کہاں تعادل میں آتی ہے۔ اِس مقام پر اُس کی سطح کے اُوپر خط کھینچ لو۔ پھر اُسے کسی دُوسری وضع میں رکھ کر تعادل میں لاؤ اور اُسی طرح خط کھینچ لو۔ اِن دونوں خطوں کا نقطۂ تقاطع جسمِ مذکور کا مرکزِ جاذبہ ہوگا۔

اِس بات کو نگاہ میں رکھنا چاہیئے کہ جو قاعدے ہم نے بیان کئے ہیں اُن میں خط، جسموں کی سطح پر کھینچے جاتے ہیں اور مرکزِ جاذبہ حقیقت میں اِن جسموں کی سطح پر نہیں بلکہ اِن کے اندر واقع ہوتا ہے۔ اِن قاعدوں میں گویا ہم اِن جسموں کی موٹائی کو نظرانداز کردیتے ہیں۔ حالانکہ نقطۂ مرکز کی صحیح تعیین کے لئے یہ نہ ہونا چاہیئے۔ بہرکیف اِن قاعدوں سے مرکزِ جاذبہ کے محل کا ایک موٹا سا اندازہ ہو جاتا ہے۔ اِس مقام پر جسم کے اندر ایک باریک سُوراخ عمودوار کردیا جائے تو اِس سُوراخ

سے جو خط پیدا ہوگا، جسمِ مذکور کا مرکزِ جاذبہ حقیقت میں اُس خط کے کسی نقطہ پر ہونا چاہئے۔

لٹکا کر مرکزِ جاذبہ معلوم کرنے کا علمی قاعدہ پتلی تختیوں کے علاوہ بعض اَور جسموں پر بھی جاری ہوسکتا ہے۔ لیکن بعض ٹھوس اِس قسم کے بھی ہیں کہ خطوطِ عمودی اُن کی سطح پر نہیں پڑتے بلکہ اُن کے مادہ کے اندر سے گزرتے ہیں اور وُہیں ایک دُوسرے کے ساتھ تقاطع کرتے ہیں۔ اِس لئے جب تک اُن کے اندر سُوراخ نہ کئے جائیں اِن خطوں کا نشان کرلینا ممکن نہیں۔ پھر بعض ٹھوس اِس قسم کے بھی ہیں کہ بہ ہیئتِ مجموعی اندر سے خالی رہتے ہیں۔ مثلاً کُرسی، میز، پرندوں کا پنجرہ، وغیرہ وغیرہ۔ اِس قسم کے جسموں کا مرکزِ جاذبہ دریافت کرنا ہو تو قاعدۂ بالا بخوبی کام دے سکتا ہے۔

تجربہ ۸۹ ـــــ کُرسی کے کسی مقام پر تاگا باندھ کر اُس کو کسی چیز کے ساتھ لٹکاؤ اور موم کے ساتھ ہلکے ہلکے تار لگا کر سہارے کے نقطہ کے نیچے، تاگے کے تسلسل میں عمودی خط کی تعیین کرو۔ پھر کُرسی کے مختلف مقامات پر اِسی طرح عمل کرو۔ کُرسی کا مرکزِ جاذبہ اِن تاروں کے نقطۂ تقاطع پر ہوگا۔ لیکن کُرسی کی ذات کے اندر نہیں بلکہ اُس خالی فضاء کے اندر کسی نقطہ پر پڑیگا جس کو کُرسی کا جسم گھیرے ہوئے ہے۔

اِس تجربہ سے ثابت ہے کہ کسی جسم کا مرکزِ جاذبہ اُس کے خارج میں، یعنی کسی ایسے نقطہ پر بھی ہوسکتا ہے جہاں اُس جسم کے مادہ کا کوئی ذرّہ موجود نہیں۔ اور ہم مان سکتے ہیں

کہ جسم مذکور کا وزن اِس طرح عمل کرتا ہے کہ گویا اُس کا تمام مادہ اِس نقطہ پر جمع ہوگیا ہے۔ اِس جسم کے کسی نقطہ پر ڈوری باندھ کر اُسے لٹکادیں تو سکون کی حالت میں ڈوری کی سیدھ ہمیشہ اِس نقطہ میں سے گزریگی۔

سڈول اجسام کی کثافت ہرجگہ یکساں ہو تو اُن کا مرکزِ جاذبہ، ہندسی استدلال سے بھی معلوم ہوسکتا ہے۔ اِس میں شک نہیں کہ ایسے جسموں کا مرکزِ جاذبہ اُن کے مرکزِ ہندسی پر ہونا چاہئے۔ کیونکہ یہی وہ نقطہ ہے جو سڈولپن کا نقطۂ مرکز ہے۔ اور سڈولپن کے معنی یہ ہیں کہ ایک طرف کا مادہ شکل و صورت، وضع قطع، ترکیب و کثافت، غرض ہر حال میں دُوسری طرف کے مادہ کا جواب ہو۔

اِس بنا پر ایک ایسی مستقیم سلاخ کا مرکزِ جاذبہ، جس کا مادہ ہرجگہ یکساں ہے عین اُس کے نقطۂ وسط پر ہوگا۔ اور دائرہ کی شکل کے رقبہ یا چھلّے کا مرکزِ جاذبہ اُس کے مرکز پر۔ اِسی طرح کُرہ کا مرکزِ جاذبہ بھی اُس کے مرکزِ ہندسی پر ہوگا۔ مربع، مستطیل، معیّن، یا متوازی الاضلاع کا مرکزِ جاذبہ اُس مقام پر ہوگا جہاں اِن شکلوں کے وتر باہم تقاطع کرتے ہیں۔ اِسی طرح اُسطوانہ کا مرکزِ جاذبہ اُس کے محور کے نقطۂ وسط پر پڑتا ہے۔ اور مکعب مجسّم کا مرکزِ جاذبہ اُس نقطہ پر جہاں اُس کے، مقابل کونوں، کو مِلانے والے خط باہم تقاطع کرتے ہیں۔ یہی نقطے اِن چیزوں کی اشکالِ ہندسیہ کے مرکز ہیں۔

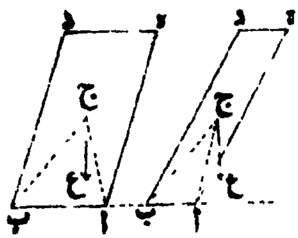
مرکزِ جاذبہ کے خواص ——— مرکزِ جاذبہ کے اہم ترین خواص میں سے ایک وہ ہے جس کو ہم یوں بیان کرسکتے ہیں کہ کوئی جسم سطح مستوی پر رکھا ہو اور اُس کے مرکزِ جاذبہ کا عمودی خط اُس کے **قاعدہ** میں سے گزرے تو وہ جسم اِسی حالت میں کھڑا رہیگا۔

کوئی گول قرص جس کا مرکزِ جاذبہ اُس کی شکلِ ہندسی کے مرکز پر ہے، میز پر اِس طرح رکھ دیا جائے کہ اُس کا مرکز میز کے کنارے سے باہر نکلا رہے تو قرص کا میز پر ٹھیرا رہنا ممکن نہیں۔ وہ فوراً نیچے گر پڑیگا۔ اِسی طرح جو چیز بھی میز پر رکھی جائیگی اُس کو میز پر قائم رکھنے کے لئے لازم ہے کہ اُس کا مرکزِ جاذبہ میز کے کنارے سے باہر نہ نکلنے پائے۔ یہی شرطیں ہر ایسی چیز پر عائد ہوتی ہیں جس کو کسی سہارے پر ٹھیرانا منظور ہو۔ کوئی چیز کسی **قاعدہ** کے اُوپر تعادل میں کھڑی ہو تو اُس کے لئے ضروری ہے کہ اُس کے مرکزِ جاذبہ سے کھینچا ہؤا عمودی خط، قاعدۂ مذکور کے اندر رہے۔ یہ خط قاعدہ کی حدود سے باہر نکل جائیگا تو وہ نیچے گر پڑیگی۔

کسی جسم کے وزن کو یوں تصور کرسکتے ہیں کہ وہ ایک قوت ہے جو مرکزِ جاذبہ میں سے عمود وار نیچے کی طرف کو عمل کرتی ہے۔ بنا دبریں کوئی جسم کسی سطح مستوی پر سکون کی حالت میں پڑا ہو تو اُس کو یوں تصور کرینگے کہ وہ گویا دو مساوی اور متضاد قوتوں کے زیرِ عمل ہے۔ اِن میں سے ایک تو اُس کا

ذاتی وزن و ہے جو اُس کے مرکزِ جاذبہ ج پر عمل کرتا ہے۔ اور دُوسری قوت، سطحِ مذکور کا ردِّ عمل ہے جو اِس وزن کی مزاحمت کرتا ہے اور اُس کے وجود سے جسمِ مذکور پر ایک دباؤ سا پڑتا ہے اِس کو بھی ہم یوں تصور کرسکتے ہیں کہ گویا ایک قوتِ واحد ہے جو ایک خاص نقطہ پر عمل کرتی ہے۔

ذرا شکل ۱۰۴ پر غور کرو۔



شکل ۱۰۴

جب تک مرکزِ جاذبہ سے نکلا ہُوا عمودی خط ج ع، قاعدہ ا ب کے اندر رہیگا یہ دونوں مساوی اور متضاد قوتیں ایک دُوسری کے اثر کو زائل کرتی رہینگی۔ لیکن اگر مرکزِ جاذبہ کا عمودی خط، قاعدہ کی حد سے باہر نکل جائے (جیساکہ دائیں ہاتھ کی شکل میں دکھایا گیا ہے) تو اِس حال میں کوئی مساوی اور متضاد قوت موجود نہیں، جو وزن کا مقابلہ کرسکے۔ اِس کا نتیجہ یہ ہوگا کہ جسم گر پڑیگا اور اُس محل کا طالب ہوگا جس میں اُس کے وزن کو سنبھالنے کے لئے ایک، مساوی اور متضاد قوت پیدا ہو جائے۔

شکل ۱۰۴ میں جو دو حالتیں ہم نے دکھائی ہیں اُن میں ایک حالت میں عمودی خط ج ع، قاعدہ کے اندر پڑتا ہے اور جسم اپنے حال پر قائم رہتا ہے۔ دُوسری حالت میں یہ مرکزِ جاذبہ سے آنے والا عمودی خط، قاعدہ کی حد سے باہر نکل گیا ہے۔ اِس صورت میں یہ ممکن نہیں کہ جسم کھڑا رہے۔ اِس سے ظاہر ہے کہ کوئی ایسا

جسم جو ایک طرف کو جُھکا ہُوا ہو اور زمین میں گڑا ہُوا نہ ہو اُس کے مرکزِ جاذبہ کا عمودی خط اگر قاعدہ کے اندر نہ پڑیگا تو وہ جسم گر پڑیگا۔ پھر اِس بات کو سمجھ لینا کچھ دُشوار نہیں کہ کسی جسم کا قاعدہ جتنا زیادہ چوڑا ہوگا یا اُس کا مرکزِ جاذبہ جتنا نیچے ہوگا مرکزِ جاذبہ کے عمودی خط کو قاعدہ کی حد سے باہر نکالنے کے لئے اُس جسم کو اُتنا ہی زیادہ جُھکانا پڑیگا۔ اور تھوڑا سا جُھکا دینے سے اُس کے گرنے کا احتمال اُتنا ہی کم ہوگا۔ یہی وجہ ہے کہ میناروں یا بُرجوں یا اِسی قسم کی اَور چیزوں کو ہمیشہ گاؤدُم بناتے ہیں۔ اِس سے کچھ تو اُن کے حُسن میں اضافہ ہو جاتا ہے اور کچھ استحکام بڑھ جاتا ہے۔

میز وغیرہ کی قسم کے اجسام جو تین یا چار پایوں پر قائم رہتے ہیں اُن کے پایوں کے گرد زمین کے قریب رسّی تان دی جائے تو یہ رسّی جتنے رقبہ کو گھیر لیگی وہ سب اُن کا قاعدہ ہوگا۔ اِس وسیع قاعدہ پر یہ جسم بخوبی قائم رہتے ہیں۔ اِس صورت میں مرکزِ جاذبہ کے عمودی خط کو قاعدہ کی حدود سے باہر لانے کے لئے اِن جسموں کو دُور تک جھکانا پڑتا ہے۔ لیکن کوئی جسم دو ٹانگوں پر کھڑا ہو تو اُس کا قاعدہ ایک تنگ سے رقبہ پر محدود ہو جائیگا۔ اور اگر کوئی جسم صرف ایک ٹانگ پر کھڑا ہے تو اُس کا قاعدہ اَور زیادہ تنگ ہوگا۔ اِن صورتوں میں جسم کو ذرا سا جھکا دینے سے اُس کے مرکزِ جاذبہ کا عمودی خط قاعدہ سے باہر نکل جاتا ہے اور جسم مذکور لُڑھک کر نیچے گِر پڑتا ہے۔ اِس سے تم سمجھ سکتے ہو کہ کسی

جسم کا قاعدہ جس قدر زیادہ وسیع ہوگا اُسی قدر اُس کا تعادل بےخطر ہوگا۔

ہمیں چلتے وقت جو وضع اختیار کرنا پڑتی ہے وہ اِسی اُصول پر مبنی ہے کہ ہمارے جسم کے مرکزِ جاذبہ سے جو عمودی خط نکلتا ہے اُسے ہمارے **قاعدہ** کے اندر رہنا چاہئے۔اِس قاعدہ کی تعیین اِس طرح ہوسکتی ہے کہ دونوں پیروں کو زمین پر رکھ کر اُن کے گرد ایک ڈوری پھرا دو۔جتنا رقبہ اِس ڈوری کے اندر آئیگا وُہی اِس حالت میں تمہارے جسم کا قاعدہ ہے۔

آدمی کسی بھاری بوجھ کو اپنی پیٹھ پر اُٹھاتا ہے تو اُس کے جسم اور بوجھ کا مشترک مرکزِ جاذبہ اُس کے جسم سے باہر اور پیچھے کی طرف پڑتا ہے۔اِس لئے لازم ہے کہ آدمی اپنے جسم کو آگے کی طرف جُھکا لے تاکہ اِس مشترک مرکزِ جاذبہ کا عمودی خط اُس کے قاعدہ کی حدود میں آجائے ورنہ وہ، بوجھ سمیت زمین پر گر پڑیگا یا کم از کم بوجھ اُس کی پیٹھ سے نیچے لُڑھک جائیگا۔

پانی سے بھرے ہوئے گھڑے کو ایک ہاتھ میں اُٹھاتے ہیں تو جسم کو دُوسری طرف جُھکانا پڑتا ہے اور اِس کے ساتھ ہی دُوسرے ہاتھ کو بھی باہر کی طرف پھیلا دینے کی ضرورت محسوس ہوتی ہے۔

پیدل چلتے ہیں تو جسم کو ایک خاص انداز سے

ہلانا پڑتا ہے۔ اِس سے مقصود یہ ہوتا ہے کہ ہمارے جسم کا مرکزِ جاذبہ باری باری سے عمودی خط میں دائیں اور بائیں پَیر کے اُوپر آتا رہے۔

تم نے نٹ کا تماشا اکثر دیکھا ہوگا۔ اُس کے کرتبوں میں قدم قدم پر اِس امر کا لحاظ رہتا ہے کہ جسم کا مرکزِ جاذبہ قاعدہ سے باہر نہ نکل جائے۔ مزید احتیاط کے لئے وہ اپنے ہاتھ میں ایک لمبا بانس پکڑ لیتا ہے۔ جب جسم کے ایک طرف جُھک جانے سے اُس کا مرکزِ جاذبہ قاعدہ سے باہر نکل جاتا ہے تو بانس کو فوراً دُوسری طرف بڑھا دیتا ہے کہ پھر تعادل پیدا ہو جائے۔

کسی لڑکے سے کہہ دو کہ اپنے پاؤں اور پیٹھ کو دیوار کے ساتھ لگاکر کھڑا ہو جائے۔ پھر اُس کے سامنے ایک روپیہ رکھ دو اور اُس سے کہو کہ روپیہ کو جُھک کر اُٹھالے۔ بےچارہ ایک عجیب مصیبت میں پھنس جائیگا۔ اِس کی وجہ بھی سُن لو۔ پیروں کے بل کھڑے ہوتے ہیں تو جو رقبہ ہمارے پیروں سے گِھر جاتا ہے وُہی ہمارے جسم کا قاعدہ ہوتا ہے۔ جب آگے کی طرف جُھکتے ہیں تو ہمارا مرکزِ جاذبہ اِس قاعدہ سے باہر نکل جاتا ہے۔ اِس کو قاعدہ کی حدود کے اندر رکھنے کے لئے جسم کے درمیانی حصہ کو پیچھے کی طرف جُھکانا پڑتا ہے۔ دیوار کے ساتھ کھڑے ہوتے ہیں تو اِس بات کی گنجائش نہیں رہتی۔ اور جُھکنا محال ہو جاتا ہے۔

اِسی طرح، اگر ایک پَیر اور پہلو کو دیوار کے ساتھ لگا کر کھڑے ہو جاؤ اور دُوسرے پَیر کو اُوپر اُٹھانے کی کوشش کرو تو اِس میں کامیابی ممکن نہیں۔ دونوں پَیروں پر کھڑے ہوتے ہیں تو مرکزِ جاذبہ اُس رقبہ کے اُوپر پڑتا ہے جس کو ہمارے پَیر گھیرے ہوئے ہیں۔ پھر ایک پَیر پر کھڑا ہونے کے لئے ضروری ہے کہ مرکزِ جاذبہ اس پَیر کے اُوپر آجائے۔ اور جب تک جسم اِس پہلو کی طرف نہ جُھکے یہ ہو نہیں سکتا۔ لہٰذا دیوار کے ساتھ کھڑے ہوکر باہر کے پَیر کو اُوپر اُٹھانا ناممکن ہو جاتا ہے۔

مرکزِ جاذبہ کے متعلق ایک اور ضروری بات یہ ہے کہ اگر قاعدہ غیر متغیر رہے تو کسی جسم کا مرکزِ جاذبہ جس قدر نیچے واقع ہوگا اُسی قدر وہ جسم زیادہ مضبوطی کے ساتھ کھڑا رہیگا۔ مثلاً چھکڑے میں پتھر یا کوئی اور بھاری مسالہ لادا جائے تو اِس تمام مجموعہ کا مرکزِ جاذبہ ج، دُھری سے ذرا اُوپر اور چھکڑے کے اندر ہوگا۔



شکل ۱۰۵

بنابریں، اگر چھکڑا ایک طرف کو جُھک جائیگا تو مرکزِ جاذبہ کا خطِ عمودی اُس کے دونوں پہیّوں کے نیچے والے حصوں کے درمیان اُس کے قاعدہ د ہ کے اندر رہیگا اور چھکڑا گِرنے نہ پائیگا۔ لیکن اگر اُس میں گھاس یا رُوئی کے گٹھے لاد دئے جائیں تو یہ اچھی خاصی بلندی تک پہنچ جائینگے۔

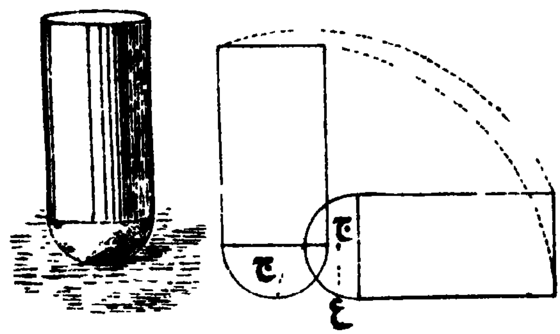
اِس صورت میں چھکڑے اور بوجھ کا مشترک مرکزِ جاذبہ ا' زیادہ بلندی پہ جا پڑیگا۔ اب اگر چھکڑے کا ایک پہیہ کسی نشیب و فراز کی وجہ سے تھوڑا سا بھی اُوپر اُٹھ جائیگا تو ا ب یعنی مرکزِ جاذبہ کا خطِ عمودی' قاعدہ سے باہر نکل جائیگا اور چھکڑا لُڑھک جائیگا۔

چھوٹی سی کشتی پانی میں تیر رہی ہو اور اُس کے اندر آدمی بیٹھے ہوں تو اِس کُل مجموعہ کا مرکزِ جاذبہ ایک خاص مقام پر ہوگا۔ اگر آدمی اُٹھ کر کھڑے ہو جائیں تو مرکزِ جاذبہ اُن کے بیٹھے ہوئے ہونے کی حالت سے بلندتر ہو جائیگا۔ اور کشتی اِس حالت میں زیادہ آسانی سے اُلٹ جائیگی۔

تجربہ ۹۰ ——— ایک معمولی کُروی شکل کا سیسے کا گولہ لو اور اُسے قُطر کے رُخ کاٹ کر دو ٹکڑے کردو۔ اِس طرح سیسے کا ایک ٹھوس نصف کُرہ بن جائیگا۔ اب کسی ہلکی چیز کے گُودے کا ایک اُستوانہ نما ٹکڑا کاٹ کر اُس کو سوُلش وغیرہ سے نصف کُرہ کی سطحِ تراش پر جمادو۔ اِس تمام مجموعہ کا مرکزِ جاذبہ جیساکہ شکل ۱۰۵ میں دکھایا گیا ہے نقطہ ج پر ہوگا۔ لہٰذا جب گودا عموددار کھڑا ہوگا تو مرکزِ جاذبہ اپنے نیچے سے نیچے مقام پہ ہوگا اور نصف کُرہ اپنی محدّب سطح پر کھڑا رہیگا۔

اب جیساکہ شکل ۱۰۶ میں دکھایا گیا ہے اِس مجموعہ کو ہلاکر پہلو پر لِٹادو تو اِس سے دو باتیں پیدا ہونگی۔ ایک یہ کہ مرکزِ جاذبہ پہلے کی بہ نسبت سہارے کے مقام سے بلندتر ہو جائیگا اور دُوسرے یہ کہ اُس کا عمودی خط ج ع' قاعدہ سے باہر نکل جائیگا۔ اِن دونوں باتوں کا نتیجہ یہ ہوگا کہ ہاتھ سے چھوڑ دینے کے بعد یہ مجموعہ پھر عمود وار کھڑا ہو جائیگا۔

مرکزِ جاذبہ ہمیشہ نیچے سے نیچا محل تلاش کرتا ہے۔ اِس لئے



شکل ۱۰۶

وزن جو مرکزِ جاذبہ پر عمل کر رہا ہے اِس جسم کو لوٹا کر پھر پہلی حالت میں لے آتا ہے۔ اِس تجربہ سے تمہیں معلوم ہو جائیگا کہ مرکزِ جاذبہ کے خواص سے عملیات میں کس طرح فائدہ اُٹھا سکتے ہیں۔ نٹ کی شکل کا بنا ہُوا کھلونا تم نے اکثر دیکھا ہوگا۔ ذرا غور کی نگاہ سے دیکھو تو اِس تجربہ کی مدد سے اُس کا اُصول بھی تمہاری سمجھ میں آجائیگا۔

تعادل کی مختلف صورتیں ——— یہ بات اب تم پر روشن ہوچکی ہے کہ کسی جسم کو کس طرح تعادل میں رکھ سکتے ہیں۔ اگر اُس کو کسی ایسے نقطہ پر سہارا دے دیا جائے جو اُس کے مرکزِ جاذبہ کے عمودی خط میں واقع ہے تو یہ مطلب حاصل ہو جاتا ہے۔ تم پہلے پڑھ چکے ہو کہ کسی جسم پر قوتیں عمل کرتی ہیں اور وہ اُن کے زیرِ عمل سکون کی حالت میں رہتا ہے تو کہتے ہیں کہ جسمِ مذکور تعادل میں ہے۔ اب آؤ یہ دیکھیں کہ تعادل کون کون سی صورتیں اختیار کرسکتا ہے۔

کسی جسم کو تھوڑا سا ہلا دیا جائے اور وہ لوٹ کر اُسی اصلی حالت پر آجائے تو اُس کا تعادل **تعادلِ قائم** کہلاتا ہے۔ یہ ظاہر ہے کہ کسی جسم کو گرانے کے لئے جس قدر زیادہ دُور تک جھکانا پڑیگا اُسی قدر اُس کے تعادل میں قیام زیادہ ہوگا۔ کوئی جسم آزادانہ لٹکا دیا جاتا ہے تو وہ اِدھر اُدھر ہِل کر آخر تعادلِ قائم میں آجاتا ہے۔ اِس کی وجہ یہ ہے کہ کوئی جسم آزادانہ حرکت کرسکتا ہو تو آخر وہ ایسا محل تلاش کرلیتا ہے کہ اُس کے مرکزِ جاذبہ کو **نیچے سے نیچا** مقام میسّر آجائے۔ یہ حقیقت میں وُہی مسئلہ ہے جو ہم نے اُوپر کے تجربہ میں بیان کیا تھا۔



شکل ۱۰۷

کوئی جسم اِس طرح سکون کی حالت میں ہو کہ ذرا سا ہلا دینے سے اپنی اصلی حالت کو چھوڑ دینے پر آمادہ ہو تو اُس کے تعادل کو **تعادلِ غیر قائم** کہتے ہیں۔

تعادل کی یہ دونوں صورتیں بیضوی شکل کے جسم کی مدد سے بخوبی سمجھ میں آسکتی ہیں۔ اِس شکل کے جسم کو میز کے اُوپر پہلو کے بل لِٹا دیا جائے تو وہ سکون کی حالت اختیار کریگا۔ اُسے ذرا سا ہلا دوگے تو جیسا کہ شکل ۱۰۷ میں دکھایا گیا ہے مرکزِ جاذبہ ج بلند ہو کر نقطہ ۵ پر پہنچ جائیگا۔ پھر جسمِ مذکور کا اپنا ذاتی وزن اِس بات کا تقاضا کریگا کہ مرکزِ جاذبہ کو نیچے لے آئے۔ لیکن اِس شکل کے جسم کو اُس کے تنگ سرے پر کھڑا کرنا نہایت مشکل

ہے۔ اور اگر اِس کا انتظام ہو بھی جائے تو معمولی سا بہانہ اُس کو گِراکر پہلو کے بل لِٹا دینے کے لئے کافی ہے۔ اِس کی وجہ یہ ہے کہ اِس صورت میں مرکزِ جاذبہ اپنے نیچے سے نیچے مقام پر نہیں۔ اِس جسم کو ذرا سا ہلادیا جاتا ہے تو اُس کا مرکزِ جاذبہ کسی قدر نیچے آجاتا ہے۔ اور جیساکہ شکل میں ج ک سے دکھایا گیا ہے اُس کا وزن مرکزِ جاذبہ کو اِس سے بھی نیچے لانے کا تقاضا کرتا ہے۔ نتیجہ اِس کا یہ ہے کہ جسم کو لوٹاکر پھر اُس کی اصلی حالت میں لے جانے کے لئے کوئی قوت باقی نہیں رہتی اور وہ پہلو کے بل گِر پڑتا ہے۔

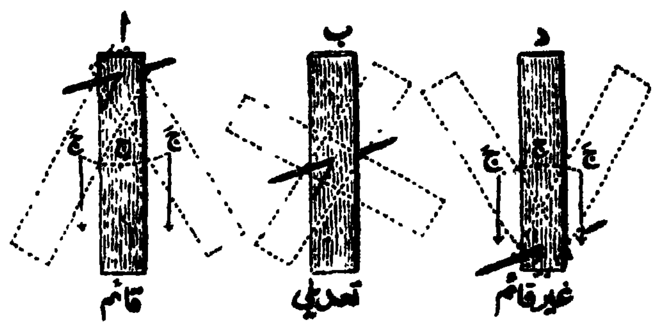
اِس تقریر سے ظاہر ہے کہ کوئی جسم اِس طرح حالتِ سکون میں ہو کہ اُس کے مرکزِ جاذبہ کو نیچے سے نیچا مقام میسّر آجائے تو اِس صورت میں اُس کی حرکت سے مرکزِ جاذبہ بلند ہو جائیگا اور اِس بنا، پر اُس کا وزن اُس کو لوٹاکر پھر اُسی حالت میں لے آنا چاہیگا۔ کسی جسم کو ایسا سکون میسّر ہو تو اُس کے تعادل کو **تعادلِ قائم** سمجھنا چاہئے۔ لیکن کسی جسم کا مرکزِ جاذبہ سہارے کے مقام سے اُوپر اِس طرح واقع ہو کہ جسمِ مذکور ذرا سا ہلا دینے سے گِرجائے تو اُس کا تعادل **تعادلِ غیر قائم** سمجھا جائیگا۔

کسی جسم کا یہ حال ہو کہ اُس کو ہلاکر جس حالت میں رکھ دو اُسی حالت میں کھڑا ہو جائے تو اُس کے تعادل کو **تعادلِ تعدیلی** کہتے ہیں۔ کُرہ اُفق کے متوازی بچھی ہوئی میز پر رکھا ہو تو وہ تعادلِ تعدیلی کی حالت میں ہوگا۔ کیونکہ

اُس کی حرکت کا، مرکزِ جاذبہ کی بلندی پر کچھ اثر نہیں پڑتا۔ مخروط اپنے قاعدہ کے بل کھڑا ہو تو وہ تعادلِ قائم میں ہوگا۔ اُس کو راس کے بل کھڑا کر دیا جائے تو اِس حالت میں اُس کا تعادل غیر قائم ہوگا۔ اور اگر اُس کو پہلو پر لِٹا دوگے تو سکون کی حالت میں اُس کا تعادل تعدیلی ہوگا۔

اِس بات کو ایک کُلیہ کے طور پر یاد رکھو کہ کسی جسم کے سہارے کا نقطہ اُس کے مرکزِ جاذبہ کے اُوپر ہو تو وہ جسم تعادلِ قائم میں ہوگا۔ سہارے کا نقطہ، مرکزِ جاذبہ پر ہو تو وہ جسم تعادلِ تعدیلی میں ہوگا۔ اور اگر اس کو مرکزِ جاذبہ سے نیچے کسی نقطہ پر سہارا دیا جائے تو اُس کا تعادل تعادلِ غیر قائم ہے۔

تجربہ ۹۱ ——— لکڑی یا پٹھے کا ایک تختہ لو اور جیسا کہ شکل میں دکھایا گیا ہے اُس کو مقام ا پر ایک لمبی کیل سے سہارا دو۔ اب اُس کو دائیں یا بائیں کی طرف ذرا سی بھی حرکت دی جائیگی



شکل ۱۰۸ - تعادل کی مختلف صورتیں

تو اُس کا مرکزِ جاذبہ بلند تر ہو جائیگا اور تختہ لوٹ کر پھر وہی حالت اختیار

کر لینے کا تقاضا کریگا۔ اِس حالت میں اُس کا تعادل **تعادلِ قائم** ہے۔
اگر اُسے کیل سے اِس طرح سہارا دیا جائے جیسا کہ شکل ب میں
دکھایا گیا ہے تو تختہ کا تعادل **تعدیلی** ہوگا۔ اور اگر سہارے کا عمل
اِس طرح ہو جیسا کہ شکل ج میں، تو اِس صورت میں تختہ کا تعادل
غیر قائم ہے۔ ذرا سا ہلا دوگے تو اُس کا مرکزِ جاذبہ پہلے سے نیچے آجائیگا
اور اِس سے زیادہ نیچے آنے کا متقاضی ہوگا۔

قیام کے شرائط ——— کوئی جسم آزادانہ لٹکا دیا جاتا
ہے تو اُس کا مرکزِ جاذبہ سہارے کے نقطہ سے ہمیشہ نیچے رہتا ہے۔
سہارے کے نقطہ اور مرکزِ جاذبہ کے درمیان جتنا زیادہ فاصلہ ہوگا
جسمِ مذکور تعادل کی طرف لوٹنے کے لئے اُتنا ہی زیادہ تقاضا کریگا۔
کسی لٹکے ہوئے جسم کے سہارے کا نقطہ، مرکزِ جاذبہ کے قریب واقع
ہو تو اُس کا تعادل بہت آسانی سے ٹوٹ جاتا ہے چنانچہ عمدہ
ترازوؤں کی نزاکت میں اِس بات کو بہت کچھ دخل ہے۔ اِن کی
ساخت میں اِس امر کا لحاظ رکھا جاتا ہے کہ سہارے کا مقام
اور مرکزِ جاذبہ ایک دوسرے کے قریب قریب رہیں۔

اِس تقریر سے تم پر روشن ہوگیا ہوگا کہ آزادانہ لٹکا ہوا
جسم تعادل میں آجاتا ہے تو اُس کا مرکزِ جاذبہ اِتنا نیچا ہوتا ہے کہ
اِس سے زیادہ نیچا ہونا اِس حالت میں ممکن نہیں۔ اب آؤ یہ
دیکھیں کہ کسی جسم کو اُس کے مرکزِ جاذبہ سے نیچے، کسی سطح کا
سہارا دیا جائے تو اُس کا کیا حال ہوگا۔ اپنے روز مرہ کے
مشاہدات پر غور کرو۔ کسی جسم کے قاعدہ کے کنارے سے لے کر

اُس کے مرکزِ جاذبہ کے عمودی خط تک کا عمودی فاصلہ جتنا زیادہ ہوتا ہے اُسی قدر اُس جسم کے گِرنے کا احتمال کم ہوتا ہے۔ کسی جسم کے گِرنے کے لئے شرط یہ ہے کہ اُس کے مرکزِ جاذبہ کا عمودی خط اُس کے قاعدہ کی حد سے باہر نکل جائے۔ اور جو صورت ہم نے بیان کی ہے اُس میں اِس شرط کو پورا کرنے کے لئے جسم کو بہت زیادہ جُھکانا پڑتا ہے۔

قیف کو اُس کے مُنہ کے بل کھڑا کردیں تو اُس کا گِرنا آسان نہیں ہوتا۔ اِس کی ایک وجہ تو یہ ہے کہ اِس وضع میں اُس کا مرکزِ جاذبہ نیچا رہتا ہے۔ دُوسری وجہ یہ ہے کہ اُس کے کناروں سے لے کر مرکزِ جاذبہ کے عمودی خط تک، عمودی فاصلہ زیادہ ہوتا ہے۔ اِس لئے قیف کا تعادل اِس حالت میں **تعادلِ قائم** ہے۔



شکل ۱۰۹

قیف اپنی گردن کے سرے پر کھڑا ہو تو اِس صورت میں اُس کے مرکزِ جاذبہ کے عمودی خط سے لے کر اُس کے قاعدہ کے کنارے تک کا عمودی فاصلہ بہت کم ہوگا۔ اِس لئے ذرا سی حرکت سے بھی اُس کا یہ حال ہو جائیگا کہ مرکزِ جاذبہ کا عمودی خط، قاعدہ کی حد سے باہر جا پڑیگا۔ قیف کا تعادل اِس حالت میں **تعادلِ غیر قائم** ہے۔ قیف کو میز پر پہلو کے بل لٹا دیا جائے تو اِس صورت میں اُس کو جتنا چاہو ہلا دو،

اُس کے مرکزِ جاذبہ کا عمودی خط سہارے کے نقطوں سے باہر نہیں نکل سکتا ۔ لہٰذا قیف کا تعادل اِس حالت میں **تعادلِ تعدیلی** ہے ۔

تجربہ ۹۲ ــــــ ڈوری میں وزن باندھ کر کسی بلند مقام کے ساتھ لٹکا دو۔ جب وزنِ مذکور سکون میں آجائے تو ذرا سا ہلا کر دیکھو اُس پر کیا گزرتی ہے ۔ وزن رقّاص کی طرح اِدھر اُدھر حرکت کرنے لگیگا اور آخر پھر اُسی اصلی حالت میں آکر ٹھیر جائیگا۔ وزن کے لئے یہ **تعادلِ قائم** کا محل ہے۔ اور یہی وہ جگہ ہے جہاں اِس کا مرکزِ جاذبہ نیچے سے نیچا یعنی زمین کے قریب تر رہتا ہے ۔

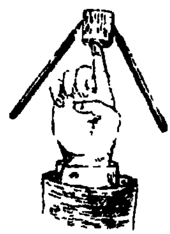
تجربہ ۹۳ ــــــ لوہے کی چادر یا پٹھے کا ٹکڑا لے کر اُس کا مرکزِ جاذبہ دریافت کرو پھر مرکزِ جاذبہ کے مقام پر سوراخ کرلو اور اُس میں ایک کیل ڈال کر جس حالت میں چاہو رکھ دو۔ ٹکڑا ہر حال میں ساکن رہیگا۔ یہ اُس کے لئے **تعادلِ تعدیلی** کی وضع ہے۔

تجربہ ۹۴ ــــــ اب اُسی ٹکڑے کو، مرکزِ جاذبہ کے نیچے اُنگلی کا سِرا رکھ کر، کھڑا کردو تو اِس صورت میں اُس کا مرکزِ جاذبہ عموداً سہارے کے نقطے کے اُوپر ہوگا۔ اِس لئے اگر ٹکڑے کو ذرا سا بھی ہلا دوگے تو وہ ایک طرف کو جُھک کر نیچے گر پڑیگا۔ اِس صورت میں اُنگلی کے سِرے پر اُس کا سکون **تعادلِ غیر قائم** کا نتیجہ ہے ۔

اِن تجربوں سے ظاہر ہے کہ **تعادلِ قائم** پیدا کرنے کے لئے مرکزِ جاذبہ کو جہاں تک ہوسکے نیچا رکھنا چاہئے۔ اِس صورت میں جسم کو ہلا دیا جائیگا تو اُس کا وزن اُس کو لوٹا کر

پھر اصلی حالت پر لے آئیگا۔

تجربہ ۹۵ ——— ایک معمولی کاک لو اور جیسا کہ شکل ۱۱۰ میں دکھایا گیا ہے اُس کے پہلوؤں میں دو قلموں کے سرے چبھو دو۔ پھر کاک کو اُنگلی پر کھڑا کرنے کی کوشش کرو۔ تم دیکھوگے کہ وہ نہایت آسانی سے کھڑا ہو جاتا ہے۔ اِس کُل مجموعہ کا مرکزِ جاذبہ کاک کے وجود سے نیچے ہے۔ اِس لئے سہارے کا مقام مرکزِ جاذبہ سے اونچا رہتا ہے اور یہ مجموعہ اُنگلی کے سِرے پر تعادلِ قائم کی وضع اختیار کرلیتا ہے۔



شکل ۱۱۰

دو جسموں کا مشترک مرکزِ جاذبہ ———

دو جسموں کا مرکزِ جاذبہ اِس طرح دریافت ہوسکتا ہے کہ اُن کے درمیان ایک سیدھی اُستوار سلاخ لگا دو اور دیکھو سلاخ کا وہ کونسا نقطہ ہے جس کے گِرد دونوں جسم تعادل میں آجاتے ہیں۔ یہ جسم مساوی کمیت کے دو کُرے ہوں تو اُن کا مشترک مرکزِ جاذبہ دونوں کے عین وسط میں ہوگا۔ اور اگر ایک کُرہ دُوسرے سے بھاری ہے تو اِس صورت میں مشترک مرکزِ جاذبہ بھاری کُرہ کے قریب تر ہوگا۔



شکل ۱۱۱

دو جسموں کے مشترک مرکزِ جاذبہ کی تعریف

یہ ہے کہ اُس سے گرد دونوں جسموں کے وزن ایک دُوسرے کے ساتھ تعادل میں رہتے ہیں۔ بناء بریں اِس نقطہ کے گرد دونوں وزنوں کے معیارِ اثر کو ایک دُوسرے کے برابر ہونا چاہئے۔ شکل ۱۱۱ پر غور کرو۔ اِس میں غیر مساوی کمیت کے دو کُرے ہیں۔ فرض کرو کہ ج اِن کا مشترک مرکزِ جاذبہ ہے۔ دونوں کے وزن اِس نقطہ پر برابر تُلے ہوئے ہیں۔ اِس لئے

و × ا ج = وَ × ب ج

جب کہ ا اور ب اِن کُروں کے ذاتی مرکزِ جاذبہ ہیں۔

اِس سے تم سمجھ سکتے ہو کہ و کی قیمت زیادہ ہوتی جائیگی تو اِس مساوات کو قائم رکھنے کے لئے ا ج کی قیمت اُسی نسبت سے گھٹتی جائیگی اور نقطہ ج نقطہ ا کے قریب آتا جائیگا۔ اِس سے ظاہر ہے کہ و کی قیمت وَ کی قیمت سے بے حد زیادہ ہو جائے تو نقطہ ج کُرہ ا کے اندر آجائیگا۔ چنانچہ زمین اور آفتاب کے مشترک مرکزِ جاذبہ کا یہی عالم ہے۔ آفتاب کی کمیت، زمین کے مقابلہ میں اِتنی زیادہ ہے کہ اِن دونوں کا مشترک مرکزِ جاذبہ، آفتاب کے ذاتی مرکزِ جاذبہ کے بہت قریب پڑتا ہے۔ زمین اور ماہتاب کے مشترک مرکزِ جاذبہ کا بھی یہی حال ہے کہ زمین کے ذاتی مرکزِ جاذبہ سے کچھ زیادہ فاصلہ پر نہیں۔

گیارہویں فصل کی مشقیں

۱۔ پٹھے کا ایک ۹ اِنچ لمبا اور ۶ اِنچ چوڑا ٹکڑا پنسل اور رُول سے ۶ مساوی مربعوں میں تقسیم کر دیا گیا ہے۔ اِن مربعوں میں سے جو کونوں پر ہیں اُن کو چھوڑ کر، دو مربعوں کو کاٹ لیں تو اِس صورت میں پٹھے کا جتنا حصہ باقی رہیگا اُس کا مرکزِ جاذبہ کس مقام پر ہوگا؟

۲۔ کوئی آدمی ایک ہاتھ میں ڈول لے کر اِس طرح کھڑا ہے کہ اُس کے پَیر ایک دُوسرے سے ملے ہوئے ہیں۔ اِس کی کیا وجہ ہے کہ اُس کو گر پڑنے سے بچنے کے لئے ایک طرف جُھک جانا پڑتا ہے؟ جواب کو تصویر بنا کر واضح کرو۔

۳۔ پٹھے کا ایک ۸ اَونس وزن کا مربع تختہ اُس کے ایک کونے میں تاگا باندھ کر لٹکا دیا گیا ہے۔ بندھے ہوئے کونے کے قریب والے کونوں میں سے ایک کے ساتھ ۴ اَونس کا وزن لٹک رہا ہے۔ شکل بنا کر دکھاؤ کہ تعادل کی حالت میں تختہ کی کیا وضع ہوگی۔ یہ بھی بتاؤ کہ تاگے نے بالجملہ کتنا بوجھ سہار رکھا ہے۔

۴۔ لوہے کی دو، نصف دائرہ نما، سلاخوں کو جوڑ کر ایک حلقہ بنا لیا گیا ہے۔ ایک سلاخ دُوسری سلاخ سے موٹی ہے۔ مُشاہدہ سے تم کیونکر معلوم کروگے کہ کون سی سلاخ کی موٹائی زیادہ ہے؟

۵۔ **ہموار** مادہ کا بنا ہُوا ایک ٹھوس نصف کُرہ، اُفقی سطح پر اِس طرح رکھا ہے کہ اُس کی مُنحنی سطح کا کوئی حصہ سطحِ مذکور کو چھو رہا ہے۔ ثابت کرو کہ نصف کُرۂ مذکور کو ہلا دیا جائیگا تو وہ ہر

حال میں تعادلِ قائم کی وضع میں آنے کا متقاضی ہوگا اور اِس وضع میں اُس کا مسطح پہلو ہمیشہ اُوپر کی طرف اور اُفق کے متوازی رہیگا۔ یہ بھی بتاؤ کہ نصف کرۂ مذکور کے لئے تعادل کی اَور کون کون سی وضعیں ہیں! اِن میں سے کون کون سی "قائم" ہونگی اور کون کون سی "غیر قائم"؟

۶ - تمہیں ایک دھات کا چھلّا دے دیا جائے تو اُس کا مرکزِ جاذبہ کس طرح دریافت کروگے؟ اِس کی کیا وجہ ہے کہ چھلّے کے اندر کیل ڈال دی جائے تو کیل پر وہ بخوبی قائم رہتا ہے اور اگر کیل کے اُوپر رکھ کر سیدھا کھڑا کرنا چاہیں تو اِس میں سخت مشکل پیش آتی ہے؟

بارہویں فصل

چرخی اور سطحِ مائل

بیرم کے بیان میں تم پڑھ چکے ہو کہ اس میں جتنا کام لگایا جائے اتنا ہی کام اس سے حاصل ہوتا ہے۔ یہ کچھ بیرم ہی کا خاصہ نہیں۔ ہر مشین کا یہی حال ہے۔ بنا بریں یہ ایک عام اصول ہے کہ

صرف شدہ کام = حاصل شدہ کام

یعنی طاقت × طاقت کا طے کردہ فاصلہ = وزن × وزن کا طے کردہ فاصلہ

یا $\frac{\text{وزن}}{\text{طاقت}} = \frac{\text{طاقت کا طے کردہ فاصلہ}}{\text{وزن کا طے کردہ فاصلہ}}$

ہم پہلے بتا چکے ہیں کہ $\frac{\text{وزن}}{\text{طاقت}}$ کو اصطلاح میں **مفادِ حیلی** کہتے ہیں۔ اب اس بات کو یاد رکھو کہ مساواتِ بالا میں بائیں پہلو پر جو کچھ لکھا ہے اس کو عموماً رفتاری نسبت کہتے ہیں۔ ہم ثابت کر چکے ہیں کہ بیرم میں جتنے وقت میں چھوٹی طاقت کو زیادہ فاصلہ طے کرنا پڑتا ہے اتنے ہی وقت میں بڑا وزن کم فاصلہ طے کرتا ہے۔

بیرم سے پتھر کو اٹھاتے ہیں تو وہ سرا جس پر طاقت

لگائی جاتی ہے اگر دو فٹ اُٹھتا ہے اور دُوسرا سرا جو پتھر کے نیچے ہے صرف ۳ انچ، تو اِس صورت میں طاقت اور وزن کی رفتاری نسبت $\frac{\text{۲ فٹ}}{\text{۳ انچ}}$ = ۸ ہوگی۔ یہی عدد بیرم مذکور کے مفادِ حِیَل کو بھی تعبیر کریگا۔ اور اِس کا مطلب یہ ہوگا کہ لمبے بازو پر مثلاً ۵۰ پَونڈ کی قوت لگائی جائے تو یہ قوت دُوسرے بازو پر رکھے ہوئے آٹھ گُنا وزن یعنی ۴۰۰ پَونڈ کو اُٹھا لیگی۔

بیرم کے ضمن میں ہم اِس بات کی طرف بھی اشارہ کر چکے ہیں کہ مشین کے اجزاء ایک دُوسرے کو چھُوتے ہیں تو اُن کے کھُردرا پن کی وجہ سے کچھ نہ کچھ رگڑ ضرور پیدا ہوتی ہے اور مشین پر لگائی ہوئی قوت کا ایک حصہ اِس رگڑ کا مقابلہ کرنے میں صرف ہوجاتا ہے۔ اِس لئے مشین میں جتنا کام صرف ہوتا ہے حاصل شدہ کام کی مقدار ہمیشہ اُس سے کم رہتی ہے۔ کسی مشین کے پُرزوں میں جس قدر رگڑ کم ہو اُسی قدر اُس مشین کی **استعداد** زیادہ ہوگی۔ اِس بات کو پھر یاد کرلو کہ استعداد کی تعریف حسبِ ذیل ہے:—

$$\text{استعداد} = \frac{\text{مفید کام جو مشین کرتی ہے}}{\text{کام جو مشین پر لگایا جاتا ہے}}$$

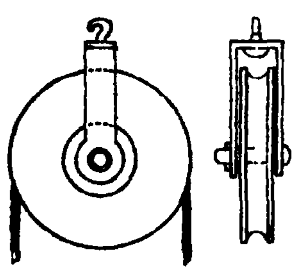
$$= \frac{\text{حاصل شدہ کام}}{\text{صرف شدہ کام}}$$

مشین میں رگڑ کی وجہ سے، لگائے ہوئے کام کا کوئی حصہ ضائع نہ ہوتا تو اِس کسر کی قیمت ۱ کے برابر رہتی اور ہماری مشین،

کامل مشین ہوتی - لیکن اِس صورت کا میسر آنا نہایت مشکل ہے۔ کسی مشین میں ایک تہائی کام ضائع ہو جائے تو اِس مشین میں لگائے ہوئے کام کا صرف دو تہائی حصہ واپس دینے کی قابلیت ہوگی - اِس لئے ہم کہینگے کہ اِس مشین کی اِستعداد $\frac{2}{3}$ ہے - ہم اِس کتاب میں رگڑ کے جھگڑے میں نہیں پڑ سکتے - اِس لئے جن مشینوں کا ہم ذکر کرینگے اُن کے متعلق عموماً یہ بات فرض کر لی جائیگی کہ اُن کا وجود رگڑ سے پاک ہے۔

چرخی

یہ دھات یا لکڑی کا پہیہ ہے جو دُھری پر آزادانہ گھوم سکتا ہے - دُھری پہیہ کے مرکز پر رہتی ہے - اِس کے دونوں سِروں کو تھامنے کے لئے ایک بُلاق سا بنا لیتے ہیں جس کے ساتھ ہُک لگا رہتا ہے۔



شکل ۱۱۲ - چرخی

پہیہ کے محیط پر گہری نالی کھود دیتے ہیں کہ اِس کے اندر ڈوری بخوبی سما سکے اور اِدھر اُدھر سرکنے نہ پائے - چرخی کا لفظ کبھی کبھی اِس سارے مجموعہ کے لئے بھی اِستعمال ہوتا ہے۔

چرخی کا ہُک شہتیر یا کسی اور ثابت سہارے کے ساتھ لگا دیا جاتا ہے تو اِس صورت

میں چرخی کو ثابت چرخی کہتے ہیں - اِس حالت میں چرخی کا محل بدلتا نہیں بلکہ ایک جگہ پر قائم رہتا ہے۔

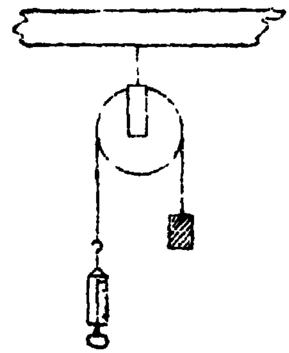
چرخی کبھی صرف ڈوری کے سہارے کھڑی رہتی ہے اور اِس کے ساتھ ساتھ نیچے اُوپر حرکت کرسکتی ہے - اِس کو **متحرک چرخی** کہتے ہیں -

چرخی کے بارے میں ہم جو کچھ بیان کرینگے اُس میں صرف دو قوتوں کا لحاظ ہوگا۔ یعنی لگائی ہوئی قوت اور وزن - لیکن اِس بات کو یاد رکھو کہ اگر حساب میں پُوری پُوری نزاکت منظور ہو تو اَور بھی کئی باتیں ہیں جن کا خیال رکھنا ضروری ہے۔ مثلاً چرخی دُھری پر گھومتی ہے یا دُھری بلاق کے سُوراخوں میں چکر کھاتی ہے تو رگڑ پیدا ہوتی ہے اور لگائی ہوئی قوت کا ایک حصہ اِس کے مقابلہ میں صرف ہو جاتا ہے۔ علاوہ بریں ڈوری چرخی کی نالی میں چلتی ہے تو وہ بھی رگڑ کھاتی ہے۔ پھر یہی نہیں بلکہ ڈوری کا جو حصہ چرخی پر آتا ہے اُس میں ضرور ہے کہ گولائی پیدا ہوتی رہے۔ یہ بات بھی قوت کے بغیر حاصل نہیں ہوسکتی - لیکن اِن تمام باتوں کا لحاظ رکھنا فی الحال تمہارے لئے مشکل ہے - اِس لئے اِن کو ہم نظر انداز کردینگے اور اِس کے ساتھ ہی یہ بات بھی فرض کرلی جائیگی کہ ڈوری میں تناؤ کی قابلیت ہر مقام پر مساوی ہے -

ثابت چرخی کا استعمال ـــــ ثابت چرخی کا استعمال ذیل کے تجربہ سے تمہاری سمجھ میں بخوبی آجائیگا :ـــ

تجربہ ۹۶ ـــــ ڈوری کے ایک سِرے کے ساتھ

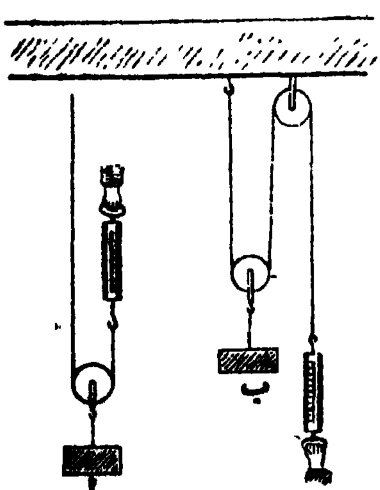
معلوم وزن باندھ دو اور کمانیدار ترازو ہاتھ میں لے کر ڈوری کا دوسرا سرا اُس میں لگادو تو معلوم ہوگا کہ جتنا وزن ڈوری کے ساتھ لٹکایا گیا ہے اُتنا ہی کھنچاؤ ترازو کی کمانی پر پڑ رہا ہے۔ مثلاً وزن ۳ پونڈ ہے تو ترازو کا کھنچاؤ بھی ۳ پونڈ کا نشان دیگا۔ اب ڈوری کو ایک ثابت چرخی پر چڑھا دو اور اِسی طرح تجربہ کو دُہراؤ تو ترازو اِس حال میں بھی اِتنے ہی کھنچاؤ کا نشان دیگی۔ اِس سے ثابت ہے کہ بوجھ کے اثر سے ڈوری میں جو تناؤ پیدا ہوتا ہے اُس میں ڈوری کو چرخی پر چڑھا دینے سے کچھ فرق نہیں آتا۔ اگر ترازو کی بجائے اِس سرے پر بھی بوجھ باندھ دو جس کا وزن دُوسرے سرے پر لٹکے ہوئے وزن کے برابر ہو تو دونوں وزن باہم تعادل میں رہینگے۔ پھر طاقت کے سرے پر مشین کی رگڑ کا مقابلہ کرنے کے لئے تھوڑا سا زاید وزن رکھ دیا جائیگا تو اِس سے وزن و اُوپر اٹھنے لگیگا لیکن اِس بات کو یاد رکھو کہ طاقت ط ۲ فٹ نیچے اُتریگی تو وزن و بھی ۲ فٹ سے اُوپر نہیں اُٹھ سکتا۔ یعنی طاقت اور وزن جو فاصلے طے کرتے ہیں ثابت چرخی میں وہ باہم برابر رہتے ہیں۔ اِس سے ظاہر ہے کہ ثابت چرخی میں مفادِ حیلی کچھ نہیں ہوتا۔ اِس چرخی کا کام صرف اِس قدر ہے کہ وہ قوت کی سمتِ عمل کو بدل دیتی ہے۔ اور یہ ظاہر ہے کہ کسی بھاری بوجھ کو اُوپر اُٹھانا ہو تو قوت کی سمتِ عمل کے نیچے کی طرف ہونے میں زیادہ سہولت رہتی ہے۔



شکل ۱۱۳۔ ثابت چرخی

متحرک چرخی کا استعمال — اُوپر کے تجربہ میں تم نے دیکھ لیا کہ ثابت چرخی سے کوئی مفادِ حِیَلی حاصل نہیں ہوتا۔ متحرک چرخی کا حال اِس کے برعکس ہے۔ یہ نکتہ ذیل کے تجربہ سے واضح ہو جائیگا۔

تجربہ نمبر ۹۷ — جیسا کہ شکل ۱۱۴ میں دکھایا گیا ہے ایک اکیلی متحرک چرخی تیار کرو۔ اِس میں ڈوری کا ایک سِرا شہتیر کے ساتھ ہُک میں لگا ہُوا ہے۔ اور چرخی، جس کے ساتھ وزن لٹکتا ہے، وہ خود ڈوری کے سہارے کھڑی ہے۔ چونکہ چرخی کے دونوں طرف ڈوری کے دونوں حصوں پر بوجھ کا اثر برابر برابر بٹ جاتا ہے اِس سے ظاہر ہے کہ ڈوری کے دونوں حصوں پر جو کھنچاؤ پڑتا ہے اُس کو بوجھ کے اثر کا نصف نصف سمجھنا چاہئے۔ مثلاً بوجھ کا وزن ۱۰۰ گرام ہے تو کمانیدار ترازو صرف ۵۰ گرام کا نشان دیگی۔ باقی ۵۰ گرام کا بوجھ ڈوری کے دُوسرے حصہ کے ذریعہ شہتیر کے ہُک پر پڑیگا۔



شکل ۱۱۴ - متحرک چرخی

بنابریں اگر اکیلی متحرک چرخی میں طاقت اور وزن تعادل میں ہوں تو طاقت، وزن سے آدھی ہوگی۔ اِس لئے اِس صورت میں $\frac{\text{وزن}}{\text{طاقت}}$ یعنی مفادِ حِیَلی ۲ ہے۔ حساب میں صحت کے لئے چرخی کا ذاتی وزن بھی محسوب ہونا چاہئے۔ لیکن جو وزن چرخی سے اُٹھائے جاتے ہیں اُن کی مقدار مقابلتہً اِتنی زیادہ ہوتی ہے کہ اگر چرخی کے

ذاتی وزن کو نظرانداز کردیا جائے تو کچھ حرج نہیں۔

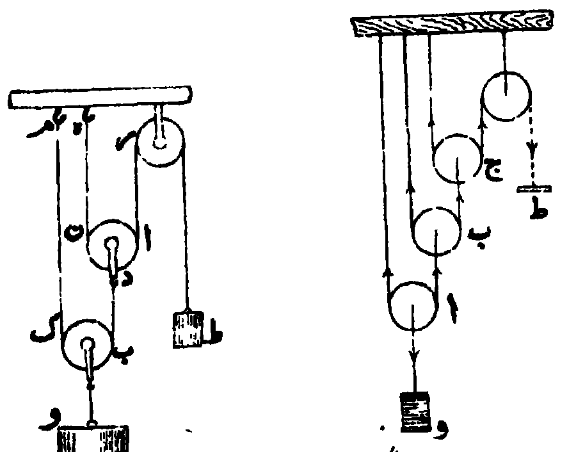
ڈوری کا طاقت والا سرا جیسا کہ شکل کی صورت ب میں دکھایا گیا ہے ایک ثابت چرخی پر چڑھا دیا جائے تو طاقت کا استعمال زیادہ سہل ہو جاتا ہے۔ اِس صورت میں طاقت کی سمتِ عمل بدل جاتی ہے۔ لیکن جیسا کہ ہم ثابت چرخی کے بارے میں بیان کرچکے ہیں اِس سے ڈوری کے تناؤ میں کچھ فرق نہیں آتا۔

چرخی کو ہاتھ میں لے کر ایک اِنچ اُوپر اُٹھاؤ تو ڈوری کے دونوں حصوں میں ایک ایک اِنچ کی ڈھیل پڑ جائیگی۔ ڈوری کا طاقت کا سرا جب اُوپر اُٹھتا ہے تو دونوں طرف کی ڈھیل کا اثر اِسی سرے پر پڑتا ہے۔ اِس سے ظاہر ہے کہ وزن اگر ایک اِنچ اُوپر اُٹھیگا تو طاقت کو اِس کے مقابلہ میں دو اِنچ کا فاصلہ طے کرنا پڑیگا۔ تم پڑھ چکے ہو کہ طاقت کو بوجھ کے اُٹھانے میں جو کام کرنا پڑتا ہے اُس کا تخمینہ طاقت اور طے شدہ فاصلہ کے حاصلِ ضرب سے ہوتا ہے۔ یہی حال وزن کے کام کا ہے۔ اب چونکہ اکیلی متحرک چرخی میں طاقت، وزن سے نصف ہوتی ہے اور فاصلہ اُس کو دوچند طے کرنا پڑتا ہے اِس لئے قوت اور طے کردہ فاصلہ کا حاصلِ ضرب دونوں صورتوں میں برابر رہتا ہے۔ یعنی جیسا کہ تم بیرم کے بیان میں پڑھ چکے ہو چرخی میں بھی کام کا اُصول وُہی ہے کہ جتنا کام صرف کروگے اُتنا ہی کام حاصل ہوگا۔

فرض کرو کہ طاقت جو فاصلہ طے کرتی ہے وہ ف ہے۔ اور وزن جو فاصلہ طے کرتا ہے وہ فَ۔ تو تم دیکھو گے کہ ط × ف ہر حال میں و × فَ کا مساوی رہتا ہے۔

چرخیوں کا نظام——جب بہت سی چرخیاں ایک ساتھ استعمال کی جاتی ہیں تو اِس کو **چرخیوں کا نظام** کہتے ہیں۔ چرخیوں کی ترتیب سے دو صورتیں پیدا ہوجاتی ہیں۔ ایک صورت کا نام چرخیوں کا پہلا نظام ہے۔ اور دوسری کا نام دوسرا نظام۔

چرخیوں کا پہلا نظام——اِس نظام میں دو یا دو سے زیادہ چرخیاں ہوتی ہیں۔ جن میں سے ہر ایک کے نیچے سے ایک ایک ڈوری گزرتی ہے اور اِس طرح ہر چرخی اپنی اپنی ڈوری پر ٹنگی رہتی ہے۔ ہر ڈوری کا ایک سرا اوپر کی طرف کسی شہتیر کے ساتھ باندھ دیتے ہیں اور دوسرا سرا اِس سے اوپر والی چرخی کے ٹیلاق



شکل ۱۱۵ - چرخیوں کا پہلا نظام۔

کے ہک میں اٹکا رہتا ہے۔سب سے اُوپر والی چرخی میں یہ سِرا آزاد رہتا ہے ۔اِس کے ساتھ براہِ راست طاقت لگائی جاتی ہے یا اِسے ثابت چرخی پر چڑھا دیتے ہیں کہ طاقت کی سمتِ عمل نیچے کو رہے اور اِس کے استعمال میں سہولت ہو جائے۔ وزن سب سے نیچے والی چرخی کے بلاق کے ہک میں لٹکا رہتا ہے۔

شکل ۱۱۵ء چرخیوں کے پہلے نظام کی تصویر ہے ۔اِس نظام میں طاقت اور وزن کا تعلق معلوم کرنا ہو تو ہر چرخی کے نیچے سے جو ڈوری گزرتی ہے اُس کا تناؤ دیکھنا چاہئے۔ تناؤ کو سب سے نیچے والی چرخی سے لے کر سب سے اُوپر والی چرخی تک دیکھتے جاؤ یا اُوپر والی چرخی سے نیچے کی طرف دیکھتے آؤ۔ نتیجہ دونوں صورتوں میں وُہی ہوگا۔

آؤ ہم نیچے کی طرف وزن سے شروع کریں اور ڈوری کے تناؤ کا سہارا لے کر دیکھیں کہ وزن کے مقابلہ میں طاقت کی مقدار کیا ہونی چاہئے۔ وزن و کا اثر چرخی ب کی ڈوری کے دونوں حصوں ک م اور ب د پر برابر برابر بٹا ہؤا ہے ۔اِس لئے ب د کا تناؤ $\frac{و}{۲}$ ہے۔ یہی تناؤ ہے جس کا اثر چرخی ا پر پڑتا ہے اور اِس چرخی کی ڈوری کے دونوں حصوں ن ط اور ا س پر برابر برابر بٹ جاتا ہے۔ بنابریں ا س کا تناؤ $\frac{و}{۴}$ ہونا چاہئے۔ اِس سے آگے ثابت چرخی ہے جس کے وجود سے اِس تناؤ میں کچھ فرق نہیں آسکتا۔ لہذا دو متحرک چرخیاں پہلے نظام کے مطابق مترتب ہوں تو تعادل کے لئے وزن کی ایک چوتھائی کے برابر طاقت درکار ہوگی۔ پھر اِس مقدار میں تھوڑا سا اضافہ کردیا جائیگا تو وزن اُوپر اُٹھنے لگیگا۔

وزن ۴ پونڈ ہو اور دو متحرک چرخیوں کو پہلے نظام کے مطابق ترتیب دے کر استعمال کریں تو اِس وزن کو سہارنے کے لئے ایک پونڈ کی طاقت کافی ہے۔ اِس سے ظاہر ہے کہ اِس صورت میں مفاد حیلی ۴ ہوگا اور وزن کے مقابلہ میں طاقت کو ۴ گنا فاصلہ طے کرنا پڑیگا۔ اِن فاصلوں کے طے کرنے میں طاقت اور وزن دونوں کو مساوی وقت صرف کرنا پڑتا ہے۔ اور وزن کا فاصلہ چونکہ طاقت کے فاصلہ کا ایک چوتھائی ہے اِس لئے اِس کی رفتار، طاقت کی رفتار کی ایک چوتھائی کے برابر ہونی چاہئے۔ اِس سے ظاہر ہے کہ طاقت میں جتنا فائدہ ہوتا ہے رفتار میں اُس کی کسر نکل جاتی ہے۔ سب مشینوں کا یہی حال ہے۔ کسی مشین میں جتنا مفادِ حیلی زیادہ ہوتا ہے اُسی قدر کام کی رفتار سست ہو جاتی ہے۔

اُوپر کی تقریر میں ہم نے ثابت کیا ہے کہ اگر دو متحرک چرخیاں پہلے نظام کے مطابق مرتب کی جائیں تو ایک پونڈ کی قوت ۴ یعنی 2^2 پونڈ کا وزن سہار لیگی۔ اِسی طرح ہم ثابت کرسکتے ہیں کہ دو کی بجائے تین متحرک چرخیاں ہوں تو ایک پونڈ کی قوت ۸ یعنی 2^3 پونڈ کے وزن کو کفایت کریگی۔ اور اگر ۴ متحرک چرخیاں ہوں تو اِتنی ہی قوت ۱۶ یعنی 2^4 پونڈ وزن کے ساتھ تعادل پیدا کریگی۔ اِن مقدمات کی بناء پر ہم یہ کلیہ قائم کرسکتے ہیں کہ

اگر متحرک چرخیاں اِس نظام کے مطابق مرتب ہوں تو ط پونڈ کی قوت ط × 2^n پونڈ کا وزن سہار لیگی۔

مثال —— ۸۰ پونڈ وزن کے پتھر کو دو متحرک چرخیوں کی مدد

سے اُٹھانا منظور ہے۔ بتاؤ اِس کے لئے کتنی طاقت مطلوب ہوگی؟ شکل بنا کر ثابت کرو کہ دو متحرک چرخیوں میں مفادِ حِیَلی ۴ ہوتا ہے۔

دو متحرک چرخیوں میں مفادِ حِیَلی $= \frac{و}{ط} = ۲^{۲} = ۴$

لہٰذا طاقت ط $= \frac{و}{۴}$

$= \frac{۸۰}{۴}$

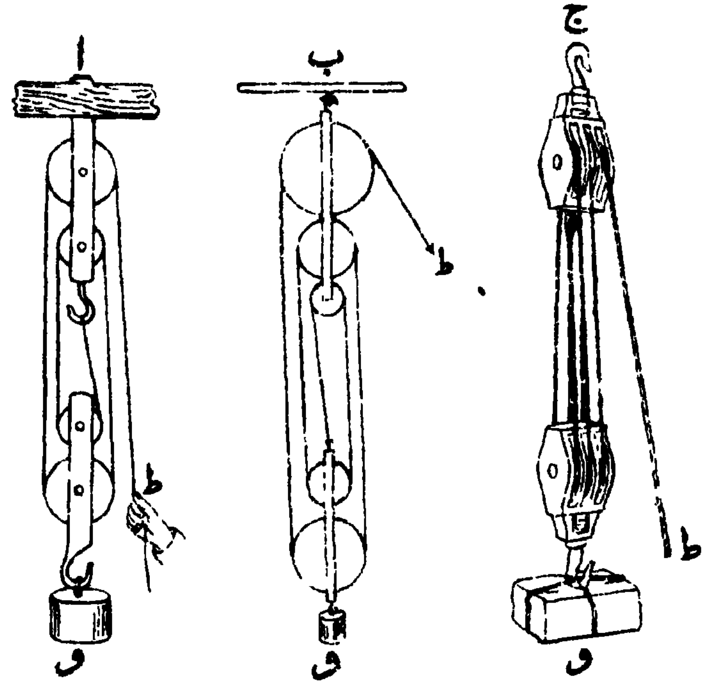
$=$ ۲۰ پونڈ

اِس سے ظاہر ہے کہ طاقت ۲۰ پونڈ سے ذرا زیادہ ہوگی تو ۸۰ پونڈ کا وزن اُوپر اُٹھنے لگیگا۔

چرخیوں کا دُوسرا نظام ——— پہلے نظام میں تم نے دیکھ لیا۔ ہر متحرک چرخی کے لئے جُداگانہ ڈوری درکار ہے۔ دُوسرے نظام کا یہ حال نہیں۔ اِس میں ایک ہی ڈوری سب چرخیوں پر لپٹتی چلی جاتی ہے۔ چرخیوں کو دو بُلاقوں میں ترتیب دیتے ہیں۔ ایک بُلاق کو اُوپر کسی شہتیر وغیرہ سے باندھ دیتے ہیں اور دُوسرا جو نیچے رہتا ہے اُس کے ساتھ بوجھ باندھا جاتا ہے۔ ڈوری کا ایک سِرا ایک بُلاق کے ساتھ باندھتے ہیں۔ پھر ڈوری کو یکے بعد دیگرے ایک متحرک اور ایک ثابت چرخی پر چڑھاتے جاتے ہیں۔ ثابت چرخی جو سب سے آخر آتی ہے ڈوری کا آزاد سِرا اُس کے اُوپر سے گزر کر نیچے لٹکتا رہتا ہے۔ اِس سِرے پر طاقت لگائی جاتی ہے اور طاقت کا اثر ڈوری کے ہر حصہ میں پہنچتا ہے۔

اب ذرا واقعات کی صورت پر غور کرو۔ شکل ۱۱۶ میں بائیں ہاتھ پر ا دو متحرک چرخیوں کا نظام ہے۔ اور نیچے کے بُلاق

اور اُس کے متعلقات کو ڈوری کے چار حصوں نے اُٹھا رکھا ہے۔



شکل ۱۱۶ - چرخیوں کا دُوسرا نظام

ڈوری ایک مسلسل چیز ہے۔ اِس لئے طاقت کے اثر سے اُس کے وجود میں جو تناؤ پیدا ہوتا ہے اُس کی مقدار ہر جگہ طاقت کی مقدار کے برابر ہے۔ بناء بریں متحرک بُلاق کو چار قوتیں اُوپر کی طرف کھینچ رہی ہیں جن میں کی ہر ایک، مقدار میں، لگائی ہوئی طاقت کے مساوی ہے۔ اب اگر طاقت کی مقدار ط پونڈ ہو اور وزن کی مقدار و پونڈ، تو ظاہر ہے کہ بُلاق کو ۴ ط پونڈ کی قوت اُوپر کی طرف کھینچ رہی ہے اور و پونڈ کی قوت نیچے کی طرف۔ یہ دونوں

طرف کی قوتیں باہم تعادل میں ہیں۔ اِس لئے

۴ ط = و

اور ط = و/۴

اگر اُوپر کے مُلاق میں چرخیوں کی تعداد اِتنی ہی ہو جتنی کہ نیچے کے مُلاق میں ہے تو ڈوری کا سِرا پہلے اُوپر کے مُلاق میں باندھنا چاہئے۔ اور اگر اُوپر کے مُلاق میں ایک چرخی کی زیادتی ہو تو ڈوری کا سِرا نیچے کے مُلاق میں بندھیگا۔ پہلی صورت میں ڈوریاں جو دونوں مُلاقوں کو مِلاتی ہیں اُن کی تعداد جُفت ہوگی یعنی نیچے کے مُلاق میں جو چرخیوں کی تعداد ہے اُس سے دوچند۔ دُوسری صورت میں اِن ڈوریوں کی تعداد طاق ہوگی۔ یعنی نیچے کے مُلاق میں جو چرخیوں کی تعداد ہے اُس سے دوچند جمع ایک۔ دونوں صورتوں میں یہ ظاہر ہے کہ ڈوریوں کی تعداد دونوں مُلاقوں کی چرخیوں کے مجموعہ کے برابر رہتی ہے۔ اور نیچے کے مُلاق کو اُٹھانے میں ہر ڈوری برابر کی حصہ دار ہے۔ شکل نمبر ۱۱۶ میں اِس نظام کی جو تصویریں بنائی گئی ہیں اُن پر غور کرنے سے یہ مسئلہ بخوبی واضح ہو جائیگا۔ مثلاً شکل ب میں بالجملہ پانچ چرخیاں ہیں۔ اِس لئے نیچے کے مُلاق کو جو ڈوریاں تھامے ہوئے ہیں اُن کی تعداد بھی پانچ ہے۔ اگر ڈوری کے آزاد سِرے پر ط پونڈ کی طاقت ہو اور وزن کی مقدار و پونڈ، تو و کو ۵ ط پونڈ کی طاقت سہارے ہوئے ہوگی۔ اور اگر وزن اور طاقت تعادل میں ہونگے تو دونوں کی مقداروں میں حسبِ ذیل تعلق پایا جائیگا:۔

ہ ط = و

ط = $\frac{و}{ہ}$

اِس سے ظاہر ہے کہ اِس نظام میں دونوں بُلاقوں کے اندر جتنی چرخیاں ہونگی ڈوری کے آزاد سِرے پر لگائی ہوئی طاقت اپنے سے اُتنے ہی گُنا وزن کے ساتھ تعادل پیدا کریگی۔ اِس بناء پر ہم یہ کُلیہ قائم کرتے ہیں کہ دُوسرے نظام میں چرخیوں کی تعداد بالجملہ ن ہو تو

ط = $\frac{و}{ن}$

اور ن = $\frac{و}{ط}$

= مفادِ حِیَلی

اِس سے تم سمجھ سکتے ہو کہ اِس نظام میں چرخیوں کی تعداد بڑھا دی جائے تو اِسی نسبت سے مفادِ حِیَلی بھی بڑھ جاتا ہے۔ لیکن اِس کے ساتھ ہی اِس ہمہ گیر اُصول کو بھی یاد کرلو کہ اِس سے کام کی مقدار میں کچھ فرق نہیں آسکتا۔ مثلاً اگر طاقت ۵ اِنچ کا فاصلہ طے کریگی تو اِس کے ساتھ وزن صرف ایک اِنچ اُوپر اُٹھیگا اور اِس طرح طاقت میں جتنا فائدہ ہوگا رفتار میں اُس کی کسر نکل جائیگی۔

مثال — تین متحرک چرخیاں دُوسرے نظام کی ترتیب میں ہیں اور ہم چاہتے ہیں کہ اِن کی مدد سے ۹۰ پونڈ کا وزن اُٹھالیں۔ ڈوری کا سِرا اُوپر کے بُلاق سے بندھا ہے۔ بتاؤ اِس کے لئے کتنی قوت درکار ہوگی۔ اگر ڈوری کا سِرا نیچے کے بُلاق میں بندھا ہو تو اِس صورت میں طاقت کی مقدار کیا ہونی چاہئیے؟ متحرک بلاق کا ذاتی وزن ۱۲ پونڈ ہو تو پھر اِن دونوں صورتوں میں کتنی کتنی

طاقت لگانی پڑیگی ؟

پہلی صورت میں ڈوری کا سرا اُوپر کے بلاق میں بندھا ہے - اِس لئے دونوں بلاقوں میں چرخیوں کی تعداد برابر برابر ہونی چاہیئے - بناء بریں نظامِ مذکور میں بالجملہ ۶ چرخیاں ہیں - لہذا

$$ط = \frac{و}{ن}$$

$$= \frac{۹۰}{۶} = ۱۵ \text{ پونڈ}$$

دُوسری صورت میں اُوپر کے بلاق میں ایک چرخی زیادہ ہونی چاہیئے - اِس لئے چرخیوں کی مجموعی تعداد ۷ ہے اور اِتنی ہی ڈوریاں بوجھ کو اُٹھائے ہوئے ہیں - لہذا

$$ط = \frac{۹۰}{۷} = ۱۲\frac{۶}{۷} \text{ پونڈ}$$

اگر نیچے کے بلاق کا ذاتی وزن بھی محسوب کرلیا جائے تو وزن کی مجموعی مقدار

$$۹۰ + ۱۲ = ۱۰۲ \text{ پونڈ}$$

لہذا پہلی صورت میں $ط = \frac{۱۰۲}{۶} = ۱۷ \text{ پونڈ}$

دُوسری صورت میں $ط = \frac{۱۰۲}{۷} = ۱۴\frac{۴}{۷} \text{ پونڈ}$

مثال — دُوسرے نظام کی ترتیب میں ۴ چرخیاں نیچے کے بلاق میں ہیں اور ۴ اُوپر کے بلاق میں - یہ سارے کا سارا نظام رگڑ سے بالکل پاک ہو تو ۸۰۰ پونڈ کا وزن اٹھانے کے لئے کتنی قوت درکار ہوگی؟ ۸۰۰ پونڈ کا وزن اُٹھانے کے لئے مشین کی استعداد صرف ۴۰٪ ہو تو اِس صورت میں طاقت کی مقدار کیا ہونی چاہیئے ؟

چرخیوں کی تعداد بالجملہ ۸ ہے جن میں سے ۴ نیچے کے بلاق میں

ہیں۔ اِس لئے نیچے کے بلاق کو اُٹھانے والی ڈوریوں کی تعداد ۸ ہونی چاہئے۔ لہٰذا

پہلی صورت میں　ط　=　$\frac{\text{و}}{\text{ن}}$

=　$\frac{۸۰۰}{۸}$

=　۱۰۰ پاونڈ

دُوسری صورت میں استعداد　=　$\frac{\text{مفید کام جو مشین کرتی ہے}}{\text{کام جو مشین میں لگایا جاتا ہے}}$

تم جانتے ہو کہ اِس نظام میں وزن ایک فٹ اُٹھیگا تو طاقت کو ۸ فٹ کا فاصلہ طے کرنا پڑیگا۔

لہٰذا طاقت جو کام کرتی ہے　=　ط × ۸ فٹ پاونڈ　=　صرف شدہ کام

وزن جو کام کرتا ہے　=　۸۰۰ × ۱ فٹ پاونڈ　=　حاصل شدہ کام

بناء بریں　$\frac{۱ \times ۸۰۰}{ط \times ۸}$　=　استعداد　=　۰.۴

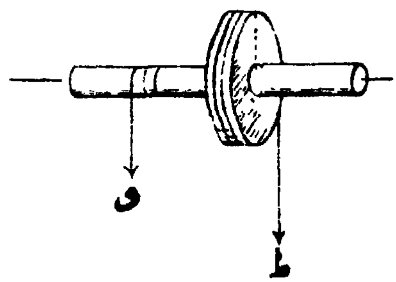
یا　ط　=　$\frac{۱ \times ۸۰۰}{۰.۴ \times ۸}$

پس　ط　=　۲۵۰ پونڈ

چرخ و محور

یہ مشین حقیقت میں چرخی اور بیرم کے اجتماع سے پیدا ہوئی ہے۔ اِس میں ایک مضبوط گول اُستوانہ ہوتا ہے۔ جس کو محور کہتے ہیں۔ محور کے سروں پر ا اور ب دو میخیں لگی رہتی ہیں جو ثابت سہاروں پر آزادانہ گھوم سکتی ہیں۔ محور کے اُوپر ایک پہیہ اِس طرح کس کر چڑھا دیا جاتا ہے کہ محور کے ساتھ ساتھ حرکت کرتا رہے۔ اِس کو چرخ

کہتے ہیں ۔ چرخ کی سطح، محور پر عمود رہتی ہے ۔



شکل ۱۱۷ ۔

چرخ و محور

اِس مشین کے اُصولِ عمل کو سمجھنے کے لئے شکل ۱۱۷ پر غور کرو۔ یہ چرخ و محور کی ایک عام صورت ہے۔ اِس میں محور کے گرد ایک مضبوط ڈوری لپٹی ہوئی ہے جس کا ایک سِرا محور کے ساتھ مضبوط بندھا ہُوا ہے اور دُوسرے سِرے کے ساتھ وزن لٹک رہا ہے۔

چرخ کے محیط پر ایک الگ ڈوری لپٹی ہوئی ہے ۔ اِس ڈوری کا ایک سِرا چرخ کے ساتھ بندھا رہتا ہے اور دُوسرے سِرے پر طاقت لگائی جاتی ہے ۔ چرخ کے محیط پر عموماً ایک گہری نالی کھود دیتے ہیں کہ ڈوری اُس پر سے سرکنے نہ پائے ۔ اِس بات کو نگاہ میں رکھو کہ

چرخ اور محور کی ڈوریوں کے لپٹاؤ کی سمتیں ایک دوسری کی متضاد ہیں۔ جب چرخ کی ڈوری کھلتی ہے تو محور کی ڈوری لپٹتی جاتی ہے۔ اور جب چرخ کی ڈوری لپٹتی ہے تو محور کی ڈوری کھلتی جاتی ہے۔

چرخ و محور کی شکل جو کچھ بھی ہو اصول سب کا ایک ہے۔ وضاحت کے لئے اِس مشین کو یوں تصور کرو کہ یہ گویا ایک بیرم ہے جس میں چرخ کا نصف قطر تو طاقت کا بازو ہے اور محور کا نصف قطر وزن کا بازو۔ اِن دونوں بازوؤں کی لمبائی میں جتنا زیادہ فرق ہوگا اُسی قدر مشین کا مفادِ حیلی بڑھ جائیگا۔ اب آؤ یہ دیکھیں کہ چرخ و محور میں تعادل کے لئے طاقت اور وزن میں کیا رشتہ ہونا چاہیئے۔

یہ ظاہر ہے کہ اِس مشین کو طاقت جس سمت میں گھمانا چاہتی ہے وزن اُس کی متضاد سمت میں گھمانے کا تقاضا کرتا ہے۔ اِس بنا پر، تعادل کے لئے ضروری ہے کہ یہ دونوں تقاضے ایک دوسرے کے برابر ہو جائیں۔ تم پہلے پڑھ چکے ہو کہ جب کسی جسم پر مختلف قوتیں اِس طرح عمل کرتی ہیں کہ بعض اُس کو ایک سمت میں گھمانا چاہتی ہیں اور بعض اِس کی مخالف سمت میں، تو تعادل کی حالت میں اِن تمام قوتوں کے اثر کے معیاروں کا الجبری مجموعہ صفر کے برابر ہوتا ہے۔ چرخ و محور میں صرف دو قوتیں عمل کرتی ہیں۔ یعنی طاقت اور وزن۔ اور یہ دونوں اِس مشین کو متضاد سمتوں میں گھمانا چاہتی ہیں۔ اِس لئے اگر محور کا نصف قطر ا ہو اور چرخ کا نصف قطر ب تو چونکہ اِن دونوں قوتوں کی سمتِ عمل میں تضاد ہے

اِس لئے ایک کے اثر کے معیار کو مثبت اور دُوسری کے اثر کے معیار کو منفی ماننا پڑیگا۔ اور اِس بناء پر تعادل کی شرط حسبِ ذیل ہوگی:۔

ط × ب = و × ا

لہٰذا $\frac{\text{و}}{\text{ط}} = \frac{\text{ب}}{\text{ا}}$

یعنی چرخ و محور میں مفادِ حِیَلی

$$\frac{\text{و}}{\text{ط}} = \frac{\text{ب}}{\text{ا}} = \frac{\text{چرخ کا نصف قُطر}}{\text{محور کا نصف قُطر}}$$

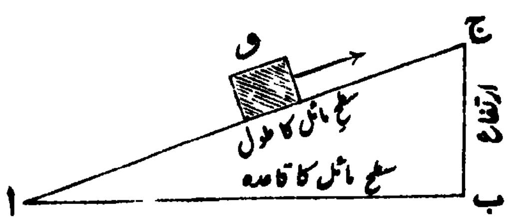
اِس تقریر سے ظاہر ہے کہ چرخ کے نصف قُطر کو بڑھا کر اور محور کے نصف قُطر کو گھٹا کر جس قدر چاہیں مفادِ حِیَلی حاصل کر سکتے ہیں۔ لیکن عملیات میں اِن دونوں کے گھٹانے اور بڑھانے کی حدیں ہیں۔ ذرا اِس بات پر تو غور کرو کہ ثابت سہاروں کے وجود سے محور پر جو دباؤ پڑتا ہے وہ طاقت اور وزن دونوں کا مقابلہ کرتا ہے۔ لیکن اِس دباؤ کا نقطۂ عمل ہمیشہ محور کے سِروں پر رہتا ہے۔ اِس لئے اگر محور کی موٹائی یعنی ۲ ا میں غیر واجب کمی ہوگی تو محور ٹوٹ جائیگا۔ اِسی طرح یہ بھی ممکن نہیں کہ چرخ کے قُطر کو جتنا چاہو بڑھا لو کیونکہ اِس صورت میں مشین کا سنبھالنا مشکل ہو جائیگا۔ بنابریں مفاد کی اِمکانی حد ایک طرف مشین کی طاقتِ برداشت نے روک رکھی ہے اور دُوسری طرف اِس ضرورت نے کہ قد و قامت کے بڑھ جانے سے مشین ناقابلِ استعمال نہ ہو جائے۔

سطحِ مائل

یہ ایک اُستوار سطحِ مُستوی ہے جس کو استعمال کرتے وقت

اِس طرح رکھتے ہیں کہ وہ اُفق پر مائل رہے یعنی خطِ اُفقی کے ساتھ ۹۰ درجہ سے چھوٹا زاویہ پیدا کرے۔ بوجھ کو کسی بلند مقام پر چڑھانا ہوتا ہے تو سہولت کے لئے اُس کو عموداً اُوپر اُٹھانے کی بجائے سطحِ مائل سے بطور قوتِ آلیہ کے کام لیتے ہیں۔ وُہی بوجھ جس کو براہِ راست اُوپر اُٹھا لینا مشکل معلوم ہوتا ہے اُس کو سطحِ مائل پر دھکیل کر یا گھسیٹ کر لے جانا آسان ہو جاتا ہے۔ باقی قوائے آلیہ کی طرح سطحِ مائل میں بھی مفید کام کا اندازہ کسی جسم کے وزن کو اُس فاصلہ کے ساتھ ضرب کرنے سے حاصل ہوتا ہے جو جسمِ مذکور عموداً طے کرتا ہے۔

سطحِ مائل کو ہم تراش کی صورت میں مثلث قائم الزاویہ کی شکل سے تعبیر کرسکتے ہیں۔ یہ صورت شکل ۱۱۸ میں ا ب ج سے دکھائی گئی ہے۔ مثلث کا ضلع ا ب جو اُفق کے متوازی ہے اِس کو سطحِ مائل کا قاعدہ کہتے ہیں۔ ڈھلوان سطح کا پیرے



شکل ۱۱۸ - سطحِ مائل کی تراش۔

لے کر چوٹی تک کا فاصلہ یعنی ا ج سطحِ مائل کا طول ہے۔

امنے کا عمودی پہلو ب ج سطحِ مائل کا ارتفاع ہے۔
ب ا ج جو سطحِ مائل کے قاعدہ اور طول کے درمیان
ہے اِس کو سطحِ مائل کا زاویۂ میلان کہتے ہیں۔

اِس مشین کے متعلق جو کچھ ہم لکھینگے اُس میں یہ بات
لی جائیگی کہ جس سطح کا ہم ذکر کر رہے ہیں وہ بالکل صاف
ڑ سے پاک ہے۔ اور اپنی ذات میں اِتنی مضبوط ہے کہ ہر
کے بوجھ کو سہار سکتی ہے۔ لیکن عملیات میں اِس بات کو پہلے
ا چاہئے کہ سطحِ مائل جس کو استعمال کرنا منظور ہے وہ کس قدر
برداشت کرسکتی ہے۔

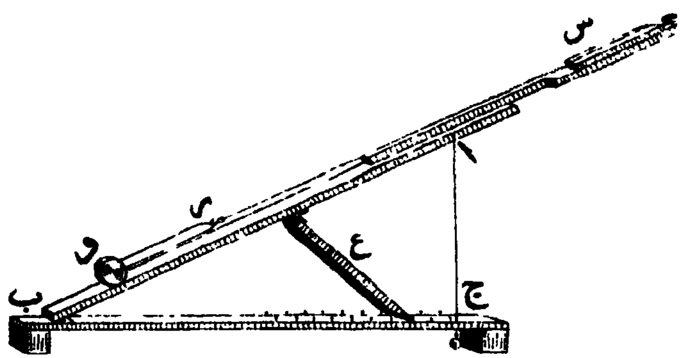
کوئی بھاری جسم اُفقی سطح پر رکھا جاتا ہے تو اس وقت
ور کا وزن عموداً نیچے کی طرف کو اور سطحِ مذکور کا ردِ عمل
وپر کی طرف کو عمل کرتا ہے۔ اِس صورت میں عمل اور ردِ عمل
نوں قوتیں جو تمہاری نگاہ کے سامنے ہیں اُن کا خطِ عمل متحد
ِ عمل ایک دُوسرے کے متضاد ہے۔ اِس لئے سطحِ مذکور کا
، وزن کے عمل کو زائل کردیتا ہے اور جسم سطح کے اُوپر تعادل
ت میں پڑا رہتا ہے۔ یہ ظاہر ہے کہ کسی جسم کو اُفقی
رکھ دیتے ہیں تو سطحِ مذکور اُس کے سارے وزن کو اُٹھائے
ہے۔ اِس سے تم سمجھ سکتے ہو کہ اِس قسم کی سطح پر کوئی جسم
جائے تو اُس کا ذاتی وزن بھاری قوت کا مزاحم نہیں ہوسکتا۔
لیکن سطحِ مائل کا یہ حال نہیں۔ سطحِ مائل پر کوئی جسم
ا ہے تو اِس جسم کا وزن عموداً نیچے کو عمل کرتا ہے اور سطحِ

مائل کے ردِّ عمل کی سمتِ عمل سطحِ مذکور پر عمود رہتی ہے۔ اِس طرح زمین کی جاذبہ، اور سطحِ مائل کا ردِّ عمل، سمتِ عمل میں کلیتہً ایک دوسرے کی ضد نہیں ہونے پاتے۔ اِس لئے سطحِ مذکور پر بوجھ کے صرف ایک حصہ کا اثر پڑتا ہے۔ اور ردِّ عمل بوجھ کے صرف اِسی حصہ کا مقابلہ کرتا ہے۔ اُس کا باقی حصہ آزاد رہتا ہے۔ یہی وجہ ہے کہ جب تک کوئی تیسری قوت نہ لگائی جائے، صاف اور بے رگڑ سطحِ مائل پر کوئی جسم قائم نہیں رہتا۔ اِس تیسری قوت کی مقدار سطحِ مائل کے زاویۂ میلان پر موقوف ہے۔ زاویۂ میلان بڑا ہو تو کسی جسم کو سطحِ مائل پر قائم رکھنے کے لئے زیادہ قوت کی ضرورت پڑتی ہے اور اگر زاویہ چھوٹا ہو تو اِس مطلب کے لئے کم قوت درکار ہوتی ہے۔ کسی جسم کو سطحِ مائل پر تعادل میں رکھنے کے لئے جتنی قوت کی ضرورت پڑتی ہے اُس میں ذرا سا اضافہ کردو تو وہ اُوپر چڑھنے لگیگا۔

آؤ پہلے یہ فرض کریں کہ قوت، سطحِ مائل کے ساتھ ساتھ اور اُس کے متوازی عمل کرتی ہے۔ اور اِس سے یہ ثابت کریں کہ اِس صورت میں کوئی معلوم مقدار کی قوت، سطحِ مائل پر اپنے سے اِتنے گنا وزن کو سنبھال لیتی ہے جتنے گنا سطحِ مائل کا طول اُس کے اِرتفاع سے بڑا ہو۔

تجربہ ۹۸ — جیسا کہ شکل ۱۱۹ میں دکھایا گیا ہے ا ب ایک قبضہ دار تختہ لو اور اُس کے آزاد پہلو کو یہاں تک اُٹھاؤ

یلان تقریباً ۴۵° ہو جائے۔ پھر اُس کے اُوپر ایک معلوم مقدار
لم دو۔ وزن اگر اُستوانہ نما ہو اور تختہ پر لُڑھک سکتا ہو تو
ع ہے کیونکہ اِس میں رگڑ کا اثر کم ہو جاتا ہے۔ شکل میں یہ
ہے۔ اِس کے اندر سے ایک لوہے کی کیل گزرتی ہے جو محور کا
ہے ۔ اِس کے باہر نکلے ہوئے سِروں پر س ایک تار لگا
ں سے لا کی سی شکل پیدا ہوگئی ہے ۔ اِس تار کے ساتھ



شکل ۱۱۹ ۔ قوت طول کے متوازی۔

رھی ہوئی ہے جس کا دُوسرا سِرا کمانیدار ترازو س کے ہک
ہُوا ہے ۔ اگر کمانیدار ترازو موجود نہ ہو تو ڈوری کو ثابت چرخی
ر اُس کے آزاد سِرے پر باٹ باندھ دو ۔ اِس طرح سطحِ مائل پر
ے وزن سے ڈوری میں جو تناؤ پیدا ہوگا اُس کا اندازہ ہوسکتا ہے۔
معلوم ہوگا کہ وزن و کو سنبھالنے کے لئے جو قوت درکار ہے اُس
۔ و سے کم رہتی ہے ۔ اِس سے ظاہر ہے کہ سطحِ مائل کے وجود
جیلی حاصل ہوسکتا ہے۔ زاویۂ میلان کی مختلف مقداریں رکھ کر تجربہ

کرو تو تم دیکھوگے کہ جوں جوں یہ زاویہ بڑھتا جاتا ہے مفادِ حیلی گھٹتا جاتا ہے ۔ اور جوں جوں زاویہ گھٹتا ہے مفادِ حیلی بڑھتا جاتا ہے ۔ یا یوں کہو کہ کسی سطحِ مائل کا زاویۂِ میلان چھوٹا ہو تو وزن کے ساتھ تعادل پیدا کرنے یا اُس کو کسی خاص بلندی پر چڑھانے کے لئے کم قوت درکار ہوگی ۔

واقعہ یہ ہے کہ اگر زاویۂِ میلان چھوٹا ہوتا جائے تو سطحِ مائل پر رکھے ہوئے وزن کو تعادل میں رکھنے کے لئے جو قوت درکار ہے وہ اِس طرح گھٹتی جاتی ہے کہ آخرکار تختہ اور وزن کے درمیان جو رگڑ کی قوت ہے تعادل کے لئے وُہی کافی ہو جاتی ہے ۔ تختہ رگڑ سے کلیتہً پاک ہو تو اِس میں شک نہیں کہ حسبِ معمول زاویہ کے ساتھ ساتھ قوت بھی گھٹتی جائیگی ۔ لیکن وہ صفر پر صرف اُس وقت پہنچیگی جب تختہ بالکل اُفق کے متوازی ہو جائیگا ۔ اِس صورت میں سارے کا سارا بوجھ تختہ پر آن پڑیگا اور تختہ کا ردِّ عمل اُس کے تمام اثر کا مقابلہ کریگا ۔

تجربہ کا یہ حصہ ختم ہو جائے تو سطحِ مائل کی ٹیکن ع کو ایک جگہ لگا رہنے دو تا کہ زاویۂِ میلان مستقل رہے ۔ پھر سطحِ مائل کی چوٹی کے قریب، مقام ا سے ا ج ایک شاقول لٹکادو ۔ اِس صورت میں ا ب سطحِ مائل کا طول ہے اور ا ج اُس کا ارتفاع ۔ وزن و کی مقدار پہلے ہی معلوم ہے ۔ طاقت ط کمانیدار ترازو سے دریافت کرلو اور ثابت کرو کہ

ط × اب = و × اج

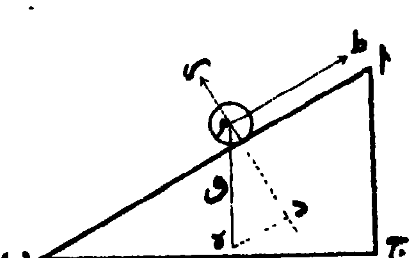
یا طاقت × طولِ سطح = وزن × ارتفاعِ سطح .

اِسی نتیجہ کو ہم ذیل کی شکل میں بھی رکھ سکتے ہیں:۔

$$\frac{\text{طاقت}}{\text{وزن}} = \frac{\text{ارتفاعِ سطح}}{\text{طولِ سطح}}$$

یعنی طاقت کا خطِ عمل طول کے متوازی ہو تو سطحِ مائل میں طاقت کو وزن سے وُہی نسبت ہوگی جو ارتفاعِ سطح کو طولِ سطح سے ہے۔اِس سے ظاہر ہے کہ سطحِ مائل کا طول جتنا زیادہ ہوگا کسی وزن کو اُس کے اُوپر تعادل میں رکھنے یا اُوپر چڑھانے کے لئے اُتنی ہی کم طاقت درکار ہوگی بشرطیکہ اُس کا ارتفاع مستقل رہے۔ اور یہ وُہی بات ہے جس کو ہم نے یوں بیان کیا تھا کہ سطحِ مائل کا طول جتنا زیادہ اور ارتفاع جتنا کم ہو یا یوں کہو کہ زاویۂ میلان جس قدر چھوٹا ہو اُتنا ہی مفادِ حیلی زیادہ ہوتا ہے۔

جو کچھ ہم نے تجربہ سے ثابت کیا ہے اب آؤ اُس پر عقلی دلائل قائم کریں۔شکل نمبر ۱۲۰ میں وزن و' طاقت ط کے سہارے سطحِ مائل پر کھڑا ہے اور طاقت سطحِ مائل کے متوازی عمل کر رہی ہے۔ وزنِ مذکور اِس وقت تین قوتوں کے زیرِ عمل ہے۔ اور اِن قوتوں نے باہم تعادل پیدا کر رکھا ہے۔



شکل نمبر ۱۲۰ - سطحِ مائل کی تراش۔
قوت طول کے متوازی

۱۔ جسم کا وزن جو اُس کے مرکزِ جاذبہ پر عموداً نیچے کی طرف کو عمل کرتا ہے۔

۲۔ قوت ط جو سطحِ مائل کے ساتھ ساتھ اور اُس کے طول کے متوازی عمل کر رہی ہے۔

۳۔ سطحِ مائل کا ردِّ عمل م س جس کی سمتِ عمل سطحِ مذکور پر عمود ہے۔

س م کو علی الاستوا بڑھایا جائے اور م ہ جو وزن کا خطِ عمل ہے اُس کے نقطہ ہ سے ہ د ایک خط ط کی سمتِ عمل کے متوازی کھینچا جائے تو اِس سے ہ م د ایک مثلث پیدا ہوگا جس کے ضلعے علی الترتیب تین قوائے مذکورہ کی سمتوں کے متوازی ہونگے۔ تم پہلے پڑھ چکے ہو کہ تین قوتیں کسی جسم پر عمل کرکے تعادل پیدا کردیں اور ایک مثلث ایسا بنایا جائے کہ اُس کے ضلعے علی الترتیب اِن قوتوں کی سمتِ عمل کے متوازی ہوں تو اِس مثلث کے ضلعے قوائے مذکورہ کے متناسب ہونگے۔ بناءبریں جو مسئلہ ہمارے زیرِ غور ہے اُس میں طاقت کو وزن سے وُہی نسبت ہے جو ہ د کو ہ م سے ہے۔ لیکن پیمانہ سے ناپ کر یا اُقلیدس کی مدد سے تم ثابت کرسکتے ہو کہ مثلث ا ب ج مثلث ہ م د کا مشابہ ہے۔ اِس لئے دونوں مثلثوں کے ضلعے جو ایک دُوسرے کا جواب ہیں ایک دُوسرے کے متناسب ہونے چاہئیں۔

یعنی

$$\frac{\text{ہ د}}{\text{ہ م}} = \frac{\text{ا ج}}{\text{ا ب}}$$

لیکن مثلث ء مر د کی ساخت میں تم دیکھ چکے ہو کہ

$$\frac{ط}{و} = \frac{ء د}{ء مر}$$

لہٰذا

$$\frac{ط}{و} = \frac{ا ج}{ا ب}$$

یعنی طاقت ط کو وزن و سے وُہی نسبت ہے جو سطحِ مائل کے ارتفاع ا ج کو اُس کے طول ا ب سے ہے۔

جو مساوات ہم نے سب سے آخر میں درج کی ہے اُس کے دونوں پہلوؤں کو اُلٹ دو تو اُس سے ذیل کی مساوات پیدا ہوگی :—

$$\frac{و}{ط} = \frac{ا ب}{ا ج}$$

اور $\frac{و}{ط}$ مفادِ حیلی کی تعبیر ہے۔

لہٰذا سطحِ مائل کا مفادِ حیلی = $\frac{\text{طولِ سطح}}{\text{ارتفاعِ سطح}}$ = $\frac{\text{فاصلہ جو طاقت طے کرتی ہے}}{\text{عمودی فاصلہ جو وزن طے کرتا ہے}}$

اِسی طرح تم یہ بھی ثابت کر سکتے ہو کہ

$$\frac{س}{و} = \frac{ب ج}{ا ج}$$

یعنی

$$\frac{\text{ردِّ عمل}}{\text{وزن}} = \frac{\text{قاعدۂ سطح}}{\text{طولِ سطح}}$$

تجربہ ۹۹ —— سطحِ مائل کے ردِّ عمل کا اندازہ۔
سطحِ مائل پر ایک وزن رکھو اور سطحِ مائل کے طول کے متوازی قوت لگا کر اُس کو تعادل میں لے آؤ۔ پھر وزن پر ایک ایسی قوت لگاؤ کہ اُس کی سمتِ عمل سطحِ مائل کے طول پر عمود ہو۔ اِس قوت کو بڑھاتے جاؤ یہاں تک

کہ وزن سطح پر سے عین اُٹھ جانے کے موقع پر آ جائے۔ یہی سطحِ مائل کے ردِّ عمل کی مقدار ہے۔

سطحِ مائل کا زاویہ بدل بدل کر یہی تجربہ کرو اور دیکھو ہر حال میں ردِّ عمل کو وزن سے کیا نسبت ہے۔ تمہارے مشاہدے صاف بتا دینگے کہ سطحِ مائل کے ردِّ عمل اور سطحِ مائل پر رکھے ہوئے وزن کی مقداروں میں ہمیشہ حسبِ ذیل تعلق پایا جاتا ہے:-

$$\frac{\text{ردِّ عمل}}{\text{وزن}} = \frac{\text{قاعدۂ سطح}}{\text{طولِ سطح}}$$

پہاڑ پر چڑھنے کا ڈھلوان رستہ سطحِ مائل کی ایک عام مثال ہے۔ کسی سطح کا میلان ظاہر کرنا ہو تو اِس خیال کو عموماً یوں ادا کرتے ہیں۔"۱۰۰ میں ۱"۔ اور مطلب اِس سے یہ ہوتا ہے کہ ہر ۱۰۰ فٹ کے طول میں سطح ایک فٹ اُونچی ہو جاتی ہے۔ یا یوں کہو کہ اگر سطح کا طول ۱۰۰ فٹ ہے تو اُس کا ارتفاع ایک فٹ ہے۔ اور اِس بنا پر رستے کا طول جو کچھ بھی ہو اُس کا مفادِ حیلی $\frac{۱۰۰}{۱}$ یعنی ۱۰۰ ہوگا۔

مثال —— ہزار پونڈ وزن کے بوجھ کو ۱۲ فٹ لمبے تختہ پر رکھ کر ۳ فٹ اُونچے چھکڑے پر چڑھانا منظور ہو تو اِس کے لئے کتنی طاقت درکار ہوگی؟

فرض کرو کہ قوت، تختہ کے طول کے متوازی عمل کرتی ہے۔ پس مثال میں سطحِ مائل کا طول ۱۲ فٹ ہے اور ارتفاع ۳ فٹ۔ جس مساوات میں ہم نے طاقت اور وزن کا تعلق دکھایا ہے اُس کے

رُو سے

$$\frac{\text{طاقت}}{\text{وزن}} = \frac{\text{ارتفاعِ سطح}}{\text{طولِ سطح}}$$

یعنی
$$\frac{\text{ط}}{\text{۱۰۰۰ پونڈ}} = \frac{۳}{۱۲}$$

لہٰذا
$$\text{ط} = \frac{۳}{۱۲} \times ۱۰۰۰ = ۲۵۰ \text{ پونڈ}$$

مثال —— ایک ریل گاڑی جس کا وزن ۱۱۷ ٹن ہے ایک ڈھلوان جگہ پر کھڑی ہے اور ۲۰۱۶ پونڈ کی قوت اُس کو نیچے کی طرف لُڑھکنے سے روکے ہوئے ہے۔ بتاؤ اِس مقام پر رستے کی ڈھلان کیا ہے۔ ۱ ٹن = ۲۲۴۰ پونڈ

ڈھلان معلوم کرنے کے لئے یہ جاننا ضروری ہے کہ رستے کے کتنے طول میں ایک فٹ کی بلندی پیدا ہوتی ہے۔ یہ تم جانتے ہو کہ

$$\frac{\text{وزن}}{\text{طاقت}} = \frac{\text{طولِ سطح}}{\text{ارتفاعِ سطح}}$$

یعنی
$$\frac{\text{و}}{\text{ط}} = \frac{\text{طولِ سطح}}{۱}$$

یا
$$\frac{۲۲۴۰ \times ۱۱۷}{۲۰۱۶} = \frac{\text{طولِ سطح}}{۱}$$

لہٰذا
$$\text{طولِ سطح} = \frac{۲۲۴۰ \times ۱۱۷}{۲۰۱۶}$$
$$= ۱۳۰ \text{ فٹ}$$

یعنی سطح کا طول اُس کے ارتفاع سے ۱۳۰ گُنا ہے۔ بناءبریں مقامِ مذکور پر سطح کی ڈھلان ۱۳۰ میں ۱ سمجھنا چاہئے۔

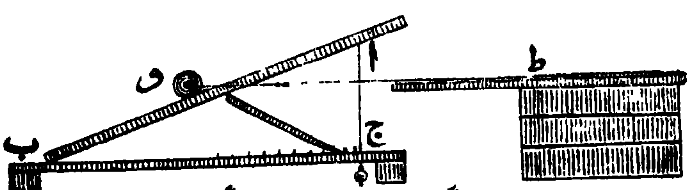
سطحِ مائل میں وزن پر طاقت دو طرح لگائی جاسکتی ہے۔

(ا) سطحِ مائل کے طول کے متوازی جیسا کہ اُوپر بیان ہوچکا ہے۔

(ب) سطحِ مائل کے قاعدہ یا اُفق کے متوازی۔ اِس صورت میں جیسا کہ شکل ۱۲۱ میں دکھایا گیا ہے قوت کا خطِ عمل اُفق کے متوازی رہتا ہے۔

مثلاً گھوڑا جب گاڑی کو ڈھلوان رستے پر کھینچتا ہے تو یہ پہلی صورت کی مثال ہے۔ اور آدمی ڈھلوان رستے پر کسی جسم کو دھکیل کر چڑھاتا ہے تو یہ دُوسری صورت کی مثال ہے۔

تجربہ ۱۰۰ —— جیسا کہ شکل ۱۲۱ میں دکھایا گیا ہے سطحِ مائل کو اِس طرح ترتیب دو کہ طاقت اُس کے قاعدہ کے متوازی عمل کرسکے۔ اور ثابت کرو کہ اِس حال میں



شکل ۱۲۱ - سطحِ مائل۔

طاقت قاعدہ کے متوازی۔

ط × ب ج = و × ا ج

یا طاقت × قاعدۂ سطح = وزن × ارتفاعِ سطح

اِس صورت میں مفادِ حِیلی $= \frac{\text{و}}{\text{ط}}$

$= \frac{\text{قاعدۂ سطح}}{\text{ارتفاعِ سطح}}$

اِس سے ظاہر ہے کہ طاقت جب طولِ سطح کے متوازی عمل کرتی ہے تو مفادِ حِیلی زیادہ ہوتا ہے۔ کیونکہ سطح کا طول اُس کے قاعدہ سے ہمیشہ بڑا ہوتا ہے اِس لئے کہ سطحِ مائل کا طول، ارتفاع، اور قاعدہ، تینوں مِل کر ایک مثلث قائم الزاویہ بناتے ہیں جس میں طولِ سطح، وتر کا کام دیتا ہے۔ بناءبریں اگر کوئی خاص امر مانع نہ ہو تو طاقت کو طولِ سطح کے متوازی لگانا قابلِ ترجیح ہے۔ اِس صورت میں فائدہ زیادہ ہوتا ہے۔

مثال ——— ۱۲ پونڈ کی قوت اُفق کے متوازی عمل کرتی ہے اور سطحِ مائل پر ایک بوجھ کو تھامے ہوئے ہے۔ سطحِ مائل کے طول اور ارتفاع میں ۲۵ اور ۷ کی نسبت ہو تو بوجھ کا وزن کیا ہوگا؟

اِس میں پہلے ہمیں سطح کا قاعدہ معلوم کرنا پڑیگا۔ فرض کرو کہ قاعدہ لا ہے۔ پس سطحِ مائل سے جو مثلث قائم الزاویہ بنتا ہے اُس میں

$$\text{لا}^2 + ۷^2 = ۲۵^2$$

یا $$\text{لا}^2 = ۲۵^2 - ۷^2$$

یا $$\text{لا}^2 = ۶۲۵ - ۴۹ = ۵۷۶$$

لہذا $$\text{لا} = ۲۴$$

طاقت اُفق کے متوازی عمل کرتی ہے تو وزن کو طاقت سے وُہی نسبت ہوتی ہے جو سطحِ مائل کے قاعدہ کو ارتفاع سے ہوتی ہے۔ بناءبریں

$$\frac{ق}{ط} = \frac{\text{قاعدۂ سطح}}{\text{ارتفاعِ سطح}}$$

یا $$\frac{ق}{۱۴} = \frac{۲۴}{۷}$$

پس $$ق = \frac{۱۴ \times ۲۴}{۷}$$

$$= ۴۸ \text{ پونڈ}$$

پیچ

یہ آلہ حقیقت میں سطحِ مائل ہی کی بدلی ہوئی صورت ہے۔ اِس لئے اِس کے اُصولِ عمل کو بھی اُسی کے مشابہ سمجھنا چاہیئے۔ چنانچہ پیچ کا سطحِ مائل سے مقابلہ کیا جائے تو اِس میں دو باتیں پائی جاتی ہیں:-

(ا) پیچ کی گھائی یعنی چوڑیوں کا درمیانی فاصلہ سطحِ مائل کے ارتفاع کا قائم مقام ہے۔

(ب) پیچ کا محیط گویا سطحِ مائل کا قاعدہ ہے۔

سطحِ مائل کا زاویہ چوڑی کے جھکاؤ سے معیّن ہوتا ہے۔ پیچ کی گھائی اِسی زاویہ پر موقوف ہے۔

تجربہ ۱۰۱ ــــــ کاغذ کا ایک ٹکڑا لے کر اُس سے جیسا شکل ۱۲۲ میں دکھایا گیا ہے ا ب ج ایک مثلث قائم الزاویہ کاٹو اور اُس کو ل پر لپیٹ دو۔ مثلث کا وتر پنسل کے گرد چکر بناتا جائیگا جو شکل و صورت میں پیچ کی چوڑی کا جواب ہوگا۔ اگر مثلث کا جھکاؤ کم ہوگا تو

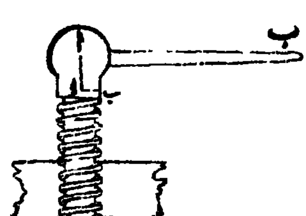
چوڑیاں قریب قریب نظر آئینگی اور اگر جھکاؤ زیادہ ہوگا تو چوڑیوں کے درمیان فاصلہ بھی زیادہ رہیگا۔ مثلث کا سرا ج جس مقام پر اُس کے قاعدہ کو چھو لے وہاں ایک نقطہ لگاو۔ شکل ۱۲۲ میں د اِس نقطہ کا



شکل ۱۲۲ - پیچ کی تشریح -

نشان ہے۔ اِس نقطہ پر د س ایک ایسا خط کھینچو کہ جھکے ہوئے ضلع یعنی وتر سے قاعدہ پر عمود ہو۔ اب چھوٹا مثلث ج د س جو اِس طرح پیدا ہوگیا ہے وہ پیچ کی چوڑی کے ایک چکر کو تعبیر کرتا ہے۔ اور یہ ظاہر ہے کہ یہ مثلث بڑے مثلث کا متشابہ ہے۔ اِس سے تم سمجھ سکتے ہو کہ چوڑی کا ہر پورا چکر گویا ایک مکمل سطحِ مائل ہے۔

پیچ کے استعمال میں مزاحمت جو ہماری قوت کا مقابلہ کرتی ہے اُس کو ہم یوں تصور کرسکتے ہیں کہ یہ گویا ایک وزن ہے جو سطحِ مائل پر رکھا ہوا ہے۔



شکل ۱۲۳ - پیچ مع بیرم

ذرا شکل ۱۲۳ پر غور کرو۔ اِس شکل و صورت کے پیچ میں طاقت سطحِ مائل کے قاعدہ کے متوازی عمل کرتی ہے - اِس بناء پر

سطحِ مائل کی مشابہت سے، پیچ میں وزن اور طاقت کے درمیان ذیل کا رشتہ ہونا چاہیئے :—

$$\frac{\text{وزن}}{\text{طاقت}} = \frac{\text{قاعدۂ سطح}}{\text{اِرتفاعِ سطح}}$$

اِس مساوات میں جو اصطلاحیں آئی ہیں اُن کی بجائے اگر وہ اصطلاحیں استعمال کی جائیں جو پیچ کے لئے زیادہ مناسب ہیں تو اِس کی صورت حسبِ ذیل ہوگی :—

$$\frac{\text{مزاحمت}}{\text{طاقت}} = \frac{\text{پیچ کا محیط}}{\text{پیچ کی گھائی}}$$

پیچ میں عام طور پر ایک بیرم لگا لیتے ہیں۔ اِس سے پیچ کے استعمال میں سہولت ہو جاتی ہے۔ شکل ۱۲۳ پر غور کرو۔ اِس میں بیرم کی تصویر بھی دکھا دی گئی ہے۔ بیرم کے وجود سے پیچ کا مفادِ حِیَلی بڑھ جاتا ہے۔ اِس بات کا سمجھ لینا کچھ دُشوار نہیں کہ اگر پیچ کو اُس کی گھائی کے برابر آگے بڑھائیں تو بیرم کو جو اِس وقت دستہ کا کام دے رہا ہے محور کے گرد پُورا چکّر کاٹنا پڑیگا۔ اِس سے تم اندازہ کرسکتے ہو کہ طاقت اور مزاحمت کے کام کی مقدار کیا ہے۔ چنانچہ

طاقت × محیط اُس دائرہ کا جو طاقت طے کرتی ہے

= مزاحمت × پیچ کی گھائی

اِس مساوات سے ہم معلوم کرسکتے ہیں کہ اِس صورت میں

پیچ کا مفادِ حیلی کیا ہے۔ چنانچہ

$$\text{مفادِ حیلی} = \frac{\text{مزاحمت}}{\text{طاقت}}$$

$$= \frac{\text{محیط اُس دائرہ کا جو طاقت طے کرتی ہے}}{\text{پیچ کی گھائی}}$$

دائرہ کے محیطوں میں ہمیشہ وُہی نسبت ہوتی ہے جو اُن کے نصف قُطروں میں پائی جاتی ہے۔ اب ذرا شکل ۱۲۲ء پر پھر غور کرو۔ ا د مشین کا محور ہے۔ طاقت دستہ کے سرے ب پر لگائی جاتی ہے۔ پس طاقت کی حرکت سے جو دائرہ پیدا ہوتا ہے اب اُس کا نصف قُطر ہے۔ لیکن اگر دستہ استعمال نہ کیا جائے تو اِس صورت میں جو دائرہ طاقت طے کریگی اُس کا نصف قُطر د ر ہوگا۔ اِس سے ظاہر ہے کہ بیرم کی مدد سے پیچ میں مفادِ حیلی $\frac{\text{اب}}{\text{در}}$ کے تناسب سے بڑھ جاتا ہے۔ مثلاً اگر مفادِ حیلی کی اصلی قیمت ھ ہو تو بیرم لگا دینے سے اِس کی قیمت ھ × $\frac{\text{اب}}{\text{در}}$ ہو جائیگی۔

بارھویں فصل کی مشقیں

۱۔ سادہ چرخی کا اصولِ عمل بیان کرو۔ اگر ڈوری چرخی کو سہارے ہوئے ہو تو تم کس طرح ثابت کروگے کہ ڈوری کا تناؤ چرخی کے ساتھ لٹکے ہوئے وزن کے نصف کا مساوی ہے؟

۲۔ سطحِ مائل کا حوالہ دے کر اِس امر کی تشریح کرو کہ مشین کے

مفادِ حیلی سے کیا مراد ہے۔

۳۔ پیچ کا اصول مختصر طور پر بیان کرو۔ اِس میں مزاحمتِ مغلوبہ، اور لگائی ہوئی قوت کا تناسب کس بات پر موقوف ہے؟

۴۔ ہمارے پاس ایک وزن، ایک چرخی، اور ایک زنجیر موجود ہے۔ ہم اِن چیزوں کو کس طرح ترتیب دیں کہ وزن گرا دینے سے دروازے کے کواڑ بند ہو جائیں؟ دروازے کے بند کرنے میں وزنِ مذکور کو کن کن قوتوں پر غالب آنا پڑیگا؟

۵۔ ایک ڈھلوان میز پر روپیہ سکون کی حالت میں پڑا ہے۔ بتاؤ اِس پر کون کون سی قوتیں عمل کر رہی ہیں؟ شکل بنا کر دکھاؤ کہ ہر قوت کی سمتِ عمل کیا ہے۔

۶۔ سطحِ مائل کا میلان کیا ہونا چاہیئے کہ کوئی معیّن قوت خواہ اُفق کے متوازی عمل کر رہی ہو خواہ سطحِ مائل کے طول کے متوازی، دونوں صورتوں میں یکساں وزن کو تھام لے؟ (اِس سوال کے جواب میں شکلوں سے مدد لو)

۷۔ ایک زنجیر کا کچھ حصہ سطحِ مائل پر پڑا ہے اور اُس کا باقی حصہ نیچے لٹک رہا ہے۔ اگر یہ مان لیا جائے کہ سطح رگڑ سے پاک ہے تو شکل بنا کر دکھاؤ کہ سکون کی حالت میں زنجیر کی کیا وضع ہوگی۔ کسی امر کی تشریح ضروری ہو تو وہ بھی بیان کرو۔

۸۔ بیرم میں وزن کا بازو ۳۰ سم اور طاقت کا بازو ۱۳۵ سم لمبا ہو تو اِس کا مفادِ حیلی کیا ہوگا؟

۹۔ بیرم کے ایک بازو پر ۱۰۰ گرام وزن کی مساوی طاقت

لگا کر اُس کے نقطۂ عمل کو ۱۶ سم تک حرکت دی تو اُس نے دُوسرے بازو پر ۲۹۰ گرام کا وزن عموداً ۵ سم تک اُٹھا لیا۔ بتاؤ اِس بیرم کی استعداد کیا ہے؟

۱۰۔ اگر ۱۲۰ گرام کی قوت بے رگڑ سطحِ مائل پر اُس کے طول کے متوازی عمل کر کے ۲۰۰ گرام وزن کو ہموار رفتار کے ساتھ حرکت دے سکتی ہو تو سطحِ مذکور کا میلان کیا ہوگا؟ سطحِ مائل کا طول ۶۰ سم ہو تو وزنِ مذکور کو چوٹی تک لے جانے میں قوت کو کتنا کام کرنا پڑیگا؟

۱۱۔ گاڑی اور اُس میں لدے ہوئے بوجھ کا وزن ۱۰۰۰ پونڈ ہے۔ اُسے ایک گھوڑا ایسے رستہ پر بلندی کی طرف ۱۰۰ گز تک لے گیا ہے جس کی ڈھلان ۲۵ میں ایک ہے۔ بتاؤ گھوڑے نے جاذبہ کے خلاف کتنا کام کیا؟

۱۲۔ ایک بائیسکل اور اُس کے سوار کا وزن ۱۸۰ پونڈ ہے۔ اگر رگڑ کی مزاحمت نظر انداز کر دی جائے تو سوار کو ۵ میل فی ساعت کی رفتار سے ۳۰ میں ۱ کی ڈھلان پر چڑھنے کے لئے کتنی "اسپی طاقت" لگانی پڑیگی؟

غلط نامہ

صفحہ	سطر	غلط	صحیح
فہرست مضامین			
٣	کالم اول ٤	اُستواد	اُستوانہ
٣	کالم دوم ١٦	رُونے زمین	رُوئے زمین
٤	کالم اول ٩	تاپنے	ناپنے
١٠	کالم دوم ٣	سفاد جیکی	مفاد جیلی
کتاب			
٣	٥	پیمائیش	پیمائش
"	١١	"	"
٤	١٢	٩	١
٩	٨		کچھ
١٨	٣	چاہیئے	چاہیئے
٢٢	١٩	١	١
٢٤	٦	٣٤	٣٦٠
٦٤	١٩	نستان	نشان
٧١	١٣	گرلراسے	گرکر اِسے
٧٢	٩		خول
٧٣	٣		نما
"	٥		جم
٧٧	٥	حاتے	جاتے
٨٢	١		بوجھ
٨٥	٦		میں
٨٦	٢١	چتر	چیز
٩٠	١٠	ہوجاما ہے	ہوجاتا ہے
٩٠	١١		رہتی ہے
٩٢	شکل کے نیچے		جھٹی
٩٥	١٨	حائے	جائے
٩٩	١٦	ٹرھاؤ	بڑھاؤ

صفحہ	سطر	غلط	صحیح	صفحہ	سطر	غلط	صحیح
۱۰۵	۱۲	۱۰،۵	۱۰،۶۵	۲۲۰	۵	-	=
″	۱۳	ہوکیا	ہوگیا	۲۳۷	۱۱		ہؤا
″	۱۸		اُصول	۲۳۹	۵	نتیجہ	تیجہ
″	″	سنائی	بنائی	۲۳۹	۱۹		فراز
″	۱۹	درجہ بدی	درجہ بندی	۲۴۰	۱۷	بارپیا	بارپیا
۱۰۹	۱۰	تقریبا	تقریباً	۲۵۴	۶	فورا	فوراً
۱۴۴	۲		درمیان	۲۵۶	۹	سیانوں	سیالوں
″	۱۷	پیچک	پچک	۲۵۹	۲۰	ڈبو دبا	ڈبو دیا
۱۴۸	۱	کنا	گُنا	۲۶۵	۱۵		سے
″	۳	مار	تار	۲۹۱	۱۴		عمل
۱۴۹	۱۵	پبدا	پیدا	۲۹۵	۱		اِنچ
″	۱۸	اُن تمدّد	اُن میں تمدّد	″	۲۱	پیماتہ	پیمانہ
۱۸۰	۳	اِں	اِس	۲۹۸	۴	بناؤ	بتاؤ
۱۸۲	۳	پانی کا اُس	پانی کے اُس	″	۱۲	رکھ کر	رکھ کر اگر
۱۹۳	۵		کا	۳۰۲	۴	دوڑانے	دوڑنے
″	۹		وزن	۳۰۶	۳	گُولی	گولی
۲۰۱	۱۴	ڈات	ڈاٹ	۳۰۹	۱۷	جب	جس
۲۰۸	۱۱	کرتا	کرنا	″	۱۸		کاغذ
۲۱۳	۱۱	جتتا	جتنا	۳۱۵	۱۵	ٹکّرانے	ٹکرانے

صفحہ	سطر	غلط	صحیح	صفحہ	سطر	غلط	صحیح
۳۱۶	۴		مادہ	۴۰۵	۱۱	کہے	کہتے
۳۲۳	۱۲	تقریباً	تقریباً	۴۰۹	۲۰	بخوبی	بخوبی
″	۱۷		اِس	″	۹	ہیں	میں
۳۳۷	۷	پھسلوان	پھسلواں	۴۱۰	۱۱	مثلا	مثلاً
۳۳۸	۱۸	″	″	۴۱۴	۴	مفادِجیلی	مفادِجیلی
۳۳۹	۱۳	اپننے	اپنے	۴۱۴	۵	ملے	طے
″	۱۶	جسم کا جو وزن	جسم جو کا وزن	″	۶	کرتا	کرنا
۳۴۶	۱۵	برقی رَو	برقی رَو	۴۲۵	۱۲		طرف کو عمل
۳۵۱	۲	قوت متوازی بیرم	قوت متوازی بیرم	۴۳۱	۷	مساوت	مساوات
۳۶۰	۲۱	ملے	طے	″	۱۲	ب جَ / ا ج	ب ج / ا ج
۳۶۲	۱۴	عمودی کا فاصلہ	عمودی فاصلہ	۴۳۷	شکل ۱۲۳	ا(مشین کے محور پر)	د
۳۶۸	۴	ہے	ہے۔	″	″	ب(مشین کے ہیلیں پر)	س
۳۷۱	۷	بناو	بناء	۴۴۱	۹	رستہ	رستے
۳۷۲	۱۳	(۔اثر کا میاں	(۔اثر کا میاں				
۳۹۴	۵	بنا	بناء				

فہرست اصطلاحات

اردو	انگریزی
	A
مطلق	Absolute
اسراع	Acceleration
قوت عاملہ	Acting force
عمل	Action

اُردو	انگریزی
چپک	Adhesion
اِلف	Affinity
ہواپمپ	Air pump
غُول	Alcohol
الجبری مجموعہ	Algebraic sum
زاجیہ	Aluminium
حیطۂ اہتزاز	Amplitude
زاویہ	Angle
زاویۂ اہتزاز	Angle of Oscillation
کُحلیہ	Antimony
راس	Apex
آلہ	Apparatus
ظاہر وقت	Apparent time
ارشمیدس	Archimedes
رقبہ	Area
بازُو	Arm (of a lever)
کرۂ ہوائی	Atmosphere
جوہر	Atom
اوسط	Average
محور	Axis

انگریزی	اُردو
Axis of abscissae	(محورِ) فصلہ
Axis of ordinates	(محورِ) معیّن

B

Balloon	غُبارہ
Barometer	بارپیما
Base	قاعدہ
Beaker	گلاس
Bending	خماؤ
Bisection	تنصیف
Block (of a pulley)	بُلاق
Breadth	عرض
Brittle	پُھوٹک
Buoyancy	اُچھال
Burette	ظرفک
Burner	مشعل

انگریزی	اردو
C	
Calibration	تعییر
Calipers	چاپ
Capacity	گنجائش
Capillarity	قوتِ شعری
Capillary action	عملِ شعری
Capillary tube	شعری نلی
Centi—	سنتی
Centigrade scale	پیمانۂ مئی
Centimetre (c.m)	سنتی میتر (سمر)
Centre	مرکز
Centre of gravity	مرکزِ جاذبہ
Chalk	کھریا
Change	تغیر، تبدیلی

انگریزی	اُردو
Chemical action	کیمیائی عمل
Circle	دائرہ
Circumference	محیط
Circumscribing cylinder	پیرامونی اُستوانہ
Cistern barometer	حوضکدار بارپیما
Clamp	شکنجہ
Clip	چٹکی
Cohesion	اتصال
Collision	تصادم
Common Point	نقطۂ مشترک
Common pump	معمولی پمپ۔ دمکلا
Components of forces	قوتوں کے اجزائے ترکیبی
Composition (of velocities or forces)	ترکیب
Compound	مرکب
Compressibility	پچکاؤ
Concave	مقعر
Condensation	تکثیف ۔ بستگی
Cone	مخروط
Conservation of energy	بقائے توانائی
Constant	مستقل

اُردو	انگریزی
تماس	Contact
محدّب	Convex
کاک بیلن۔کاک کھینچنے کا آلہ	Cork-squeezer
تراشِ عمودی	Cross—section
کُٹھالی	Crucible
قلم	Crystal
مکعب	Cube
اِنحناء	Curvature
مُنحنی	Curve
خطِ مُنحنی	Curved line
اُستوانی	Cylinder (jar)
اُستوانہ	Cylinder (in Geometry)

D

دِکا	Deca—
دِسی	Deci—

انگریزی	اُردو
Decimal	اعشاریہ
Degree	درجہ
Dense	کثیف
Density	کثافت (مطلق)
Depth	عمق - گہرائی
Diagonal	وتر
Diameter	قُطر
Dimension	بُعد
Direction	سمت
Disc	قُرص
Displacement	ہٹاؤ
Distillation	کشید
Distilling flask	کشید کی صُراحی
Divisibility	اِنقسام
Ductile	متمدد
Ductility	تمدّد
Dynamics	علم حرکات
Dyne	ڈائین

اُردو	انگریزی
	E
استعداد	Efficiency
لچک	Elasticity
برقی رَو	Electric current
برق	Electricity
عنصر یا بسیط	Element
توانائی	Energy
مساوات	Equality / Equation
خطِ اِستوا	Equator
متعادل	Equilibrant
تعادل	Equilibrium
تبخیر	Evaporation
پھیلاؤ	Expansion
کِھنچاؤ	Extension
برون چاپ	External calipers

انگریزی	اردو
F	
Figure	شکل
File	ریتی
Filter-paper	تقطیری کاغذ
Filtration	تقطیر۔ چھاننا
Fixed pulley	ثابت چرخی
Flask	صُراحی
Fluid	سیّال
Fluid pressure	سیالی دباؤ
Foot pound	فُٹ پَونڈ
Foot poundal	فُٹ پَونڈل
Force	قوت
Forceps	چمٹی
Forcing pump or Force pump	داب پمپ
Four sided figure	ذو اربعۃ الاضلاع
Friction	رگڑ
Fulcrum	نصاب
Fundamental quantities	بنیادی مقداریں
Funnel	قیف

اردو	انگریزی

G

گیلن	Gallon
گیس	Gas
مرکزِ ہندسی	Geometric centre
مجسماتِ ہندسی	Geometrical solids
ہندسہ	Geometry
گلسرین	Glycerin
درجہ بندی	Graduation
گرام	Gram
ترسیم	Graph
سُرمان	Graphite (Plumbago)
تجاذب	Gravitation
تجاذبی اکائیاں	Gravitational units
جاذبہ (زمین)	Gravity
نالی	Groove

اُردو	انگریزی
	H
سختی	Hardness
حرارت	Heat
ہکتو	Hecto—
اِرتفاع	Height
نصف کُرہ	Hemisphere
مسدّس	Hexagon
مجوّف۔ کھوکھلا	Hollow
ہُک	Hook
اُفقی	Horizontal
اسپی طاقت	Horse-power
ساعت۔ گھنٹہ	Hour
شکنجۂ آبی	Hydraulic press
جمضین	Hydrogen
مائع پیما	Hydrometer

انگریزی	اُردو
Hydrostatics	علم سکونِ سیّالات
I	
Ice	یخ
Impure	غیر خالص
Inclination	مَیلان
Inclined plane	سطحِ مائل
Index	نمائندہ
Inertia	جمود
Internal calipers	درون چاپ
Inverse proportion	معکوس تناسب
Iodine	بنفشین
Irregular	غیر منتظم
Isosceles triangle	مثلث مساوی الساقین
J	
Jaw	جبڑا

انگریزی	اُردو
K	
Killo—	کِلو
Kinetic energy	توانائی بالفعل
L	
Laboratory	معمل
Law	کُلیہ
Lead	سیسا
Length	طول
Lever	بیرم
Light	نور
Like parallel forces	موافق قوائے متوازی
Limiting friction	اِنتہائی رگڑ
Limit of elasticity	لچک کی اِنتہا

انگریزی	اُردو
Line	خط
Line of action	خطِ عمل
Linear motion	حرکتِ مستقیم
Liquid	مائع
Litre	لیتر

M

انگریزی	اُردو
Machine	مشین
Magnet	مقناطیس
Malleability	تورّق
Malleable	متورِق
Magnetic attraction	مقناطیسی کشش
Magnetisation	مقناطیسیت
Manometer	فشارپیما
Many sided figure	کثیر الاضلاع
Mass	کمیتِ (مادہ)
Matter	مادہ
Maximum value	قیمتِ اعظم
Mean solar day	اوسط روزِ شمسی

اُردو	انگریزی
اوسط وقت	Mean time
مفادِ حیَلی	Mechanical advantage
معادلِ حیَلی	Mechanical equivalent
علمِ حیَل	Mechanics
ہلالی سطح	Meniscus
سیمابی بارپیما	Mercurial barometer
پارا	Mercury
میتری نظام	Metric system
خُردہ پیما پیچ	Micrometer screw-gauge
خُردبین	Microscope
ملی	Milli
ملی میتر (مم)	Millimetre (m.m)
معدنیات	Minerals
دقیقہ	Minute
آمیزہ	Mixture
سریع السیلان	Mobile
سالمہ	Molecule
قوت کا معیارِ حرکت	Moment (of a force)

اردو	انگریزی
حرکت کا معیارِ اثر	Momentum
حرکت	Motion
حرکتِ مستدیر۔ حرکتِ منحنی	Motion in a curve
متحرک چرخی	Movable pulley
ضعف	Multiple

N

منفی	Negative
تعادلِ تعدیلی	Neutral Equilibrium
شورہ	Nitre
طبعی (دباؤ وغیرہ)	Normal (Pressure, etc)
سروتہ	Nut-cracker

O

مبدأ	Origin
اہتزاز	Oscillation

انگریزی	اُردو
Oxygen	مائین

P

انگریزی	اُردو
ח	۲۲ (عبرانی کا حرف حیت)
Pan	پلڑا
Parallax	اختلافِ منظر
Parallelepiped	مجسم متوازی السطوح
Parallel forces	متوازی قوتیں
Parallelogram	متوازی الاضلاع
Particle	ذرّہ
Pendulum	رقّاص
Perfectly elastic	کامل لچکدار
Perfect machine	کامل مشین
Perimeter	گھیر
Perpendicular	عمود
Physical	طبعی
Physics	طبعیات
Pint	پائنٹ

انگریزی	اُردو
Pipette	نالچہ
Piston	فشارہ
Pitch (of a screw)	گھائی
Plain surface	سطح مستوی
Platinum	نُقریہ
Plumb-line	شاقول
Pointer	نمائندہ
Point of action	نقطۂ عمل
Point of Intersection	نقطۂ تقاطع
Pole	قطب
Polygon of forces	قوتوں کا کثیرالاضلاع
Porosity	تخلخل
Porous	متخلخل
Positive	مُثبت
Potential energy	توانائی بالقوہ
Poundal	پَونڈل
Powder	سفوف
Power	طاقت
Pressure	دباؤ
Principle	اصول

اردو	انگریزی
منشور	Prism
حاصلِ ضرب	Product
خاصیت	Property
تناسب	Proportion
گونیہ	Protractor
چرخی	Pulley
پمپ	Pump
خالص	Pure
مینار	Pyramid

Q

مقدار	Quantity

R

نصف قطر	Radius
لطیف	Rare

انگریزی	اُردو
Rate	شرح
Ratio	نسبت
Re-action	ردِ عمل
Rebound	واجستگی
Rectangle	مستطیل
Regular	منتظم
Relation (as in relative motion)	اضافت
Relative density	کثافتِ اضافی
Relative density bottle	کثافتِ اضافی کی بوتل
Relative motion	حرکتِ اضافی
Resin	بیروزہ
Resistance	مزاحمت
Resisting force	قوتِ مزاحم
Resolution (of force, etc.)	تحلیلِ قواے
Resultant	حاصل
Retardation	ابطاء
Rhombus	معین
Right angled triangle	مثلث قائم الزاویہ
Rigid	اُستوار
Rigid scale	اُستوار پیمانہ

انگریزی	اُردو
Rigidity	اُستواری
Ring	حلقہ
Rod	سلاخ
Rotation	گردشِ محوری

S

Scale	پیمانہ
Screw	پیچ
Screw-gauge	پیچ دار پیمانہ
Second	ثانیہ
Section	تراش
Shaft	دُھری
Shell	خول
Side	ضلع
Sidereal day	روزِ فلکی
Similar triangles	متشابہ مثلث
Simple pendulum	سادہ رقّاص
Sine	جیب (جب)
Siphon	سیفن یا خمدار نل

اُردو	انگریزی
ارتفاعِ مائل	Slant height
سرل چاپ	Sliding calipers
پھسلواں رگڑ	Sliding friction
ڈھلان	Slope
چکنا۔ املس	Smooth
چکنائی۔ملاست	Smoothness
برف	Snow
ملائم	Soft
روزِ شمسی	Solar day
ٹھوس	Solid
محلول	Solution
فضاء	Space
وزنِ نوعی	Specific gravity
چال	Speed
کُرہ	Sphere
کُرویت پیما	Spherometer
روحِ شراب	Spirit (of wine)
کمانیدار ترازو	Spring-balance
مربع	Square
مربعدار کاغذ	Spuared paper

اُردو	انگریزی
جذر	Square root
قیام	Stability
تعادلِ قائم	Stable equilibrium
ٹیکن	Stand
معیار	Standard
حالت	State
بھاپ	Steam
تک	Steelyard
ڈاٹ	Stopper
چلرکنی گھڑی	Stop-watch
خطِ مستقیم	Straight line
کھنچاؤ	Stretch
صعود۔ تصعید	Sublimation
گندک کا تیزاب (بازاری نام)	Sulphuric acid
مسند۔ بیٹھک	Support (in balance)
سطح	Surface
سطح کا تناؤ	Surface tension
جھوٹا	Swing
سڈولپن	Symmetry
پچکاری	Syringe

اُردو	انگریزی
نظام	System
چرخیوں کا نظام	System of pulleys

T

اُردو	انگریزی
خطِ مماس	Tangent
تپش	Temperature
لوچدار	Tenacious
لوچ	Tenacity
تناؤ	Tension
نظریہ	Theory
تپش پیما	Thermometer
چوڑی	Thread (of a screw)
ابعادِ ثلاثہ	Three dimensions
وقتِ دوران	Time-period
قلعی	Tin
خلائے طرسیلی	Toricellian Vacuum
مروڑ	Torsion
مجموعی دباؤ	Total Pressure

اُردو	انگریزی
توانائی کا استحالہ	Transformation of energy
مرور	Transit
منحرف	Trapezium
مثلث	Triangle
قوتوں کا مثلث	Triangle of forces
تپائی	Tripod
تارپین	Turpentine

U

ہموار	Uniform
مخالف قوائے متوازی	Unlike parallel forces
اِکائی	Unit
تعادلِ غیر قائم	Unstable equilibrium
لامانلی	U-tube

V

خلا	Vacuum

اُردو	انگریزی
کھٹکندن	Valve
متغیر	Variable
رفتار	Velocity
رفتاری نسبت	Velocity ratio
کسرپیما	Vernier
راس	Vertex
عمودی خط	Vertical line
ارتعاش	Vibration
لزوجت	Viscosity
لزج	Viscous
حرکتِ مرئی	Visible motion
حجم	Volume

W

اُردو	انگریزی
فانہ	Wedge
فانہ نما پیمانہ	Wedge-gauge
وزن یا ثقل	Weight

انگریزی	اردو
Wheel & axle	چرخ و محور
Wheel barometer	چرخی دار بارپیما
Wind-mill	پون چکی
Work	کام

Z

Zone	منطقہ
